季杏法　主编

小型
三相异步电动机
技术手册

Y系列及其派生系列

机械工业出版社

J22
430905

小型三相异步电动机技术手册

（Y 系列及其派生系列）

季杏法　主编

机 械 工 业 出 版 社

（京）新登字054号

本手册介绍了Y系列小型三相异步电动机的设计、制造、检验、使用和维修技术。内容包括：Y（IP14）、Y（IP23）基本系列以及高效率、高转差、低噪声、多速、调速、减速、防爆、防腐、户外用、船用、井用、起重冶金用和潜水电机等16个派生系列、两个专用系列的技术参数、性能数据、安装尺寸；关键制造工艺要点；试验方法；选用原则、步骤、计算公式、节能途径；维护常识、故障分析、检测和保护；并附有绕组数据和有关标准。本手册主要供基本建设、技术改造、设计及物资供应部门有关人员选用电动机时查阅，也可以供从事电机设计、制造、经销人员、有关大专院校师生及电机维修电工与值班电工参考。

小型三相异步电动机技术手册

（Y系列及其派生系列）

季杏法　主编

*

责任编辑：刘思源

封面设计：郭景云

责任印制：王国光

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本850×1168 1/32·印张15 3/8·插页2·字数399千字

1987年6月北京第1版·1994年7月北京第4次印刷

印数　21 211—28 410·定价：15.00元

*

ISBN 7-111-02407-9/TM·316

编 者 的 话

Y系列小型三相异步电动机技术手册，集中了我国近几年小型电动机更新的成果，全面提供了使用电动机所需的数据、资料，希望对推广新系列电机有所贡献。

全书由季杏法主编，秦和、李国衡副主编，殷元章和朱春甲主审。手册共分十章，各章编写人员为：

章	编 写 人 员 名 单
第一章	李嘉民 彭友元
第二章	李嘉民 虞修忍 崔贤淑
第三章	顾希渭 沈林海
第四章	彭友元 李嘉民
第五章	胡春雷 李文正
第六章	虞修忍 胡春雷 李嘉民 周蜀君 葛美德 崔贤淑
第七章	崔贤淑
第八章	周蜀君 李圣年
第九章	彭友元
第十章	彭友元 李文正 李嘉民
附 录	李嘉民 虞修忍 胡春雷 李文正 崔贤淑

在本手册的编写过程中，承蒙机械工业部电器工业局电机处、机械工业部科学技术情报研究所和Y系列电机技术领导小组的关怀和支持，高庆荣、寒松、郑经纬、余锦芬、鲁学平等同志参加了本手册的审稿，在此特致谢意！

编专业手册，我们缺乏经验，虽然三易其稿，错误仍然难免，敬请读者指正！

序

小型异步电动机使用面极广，需要量极大。它作为普遍用于拖动各种机械的动力设备，约将全国发电总量的40％转化为机械能。单就这一点，足以说明，小型异步电动机在国民经济中的重要性。

我国小型异步电动机的制造，虽然在旧中国已有萌芽，但大规模的发展，还是在解放以后。现在制造厂已遍布全国，年产量已达3000万千瓦。

解放以来，我国小型异步电动机已经过了三次更新换代，从解放初期的仿制产品，到自行设计的J、JO系列；六十年代更新的J2、JO2系列，以及目前再度更新的Y系列，每一次更新换代，都有各自的特点，都标志着我国在材料、设计和工艺技术方面新的进步。反映到小型异步电动机的技术经济指标上，每次都在不同程度上缩小了体积，减轻了重量，提高了效率和各种性能。J2、JO2与J、JO相比，主要是采用了E级绝缘结构而使电机水平大大提高了一步；Y系列采用B级绝缘，则使电机水平更进一步有所提高。Y系列与前者不同之处，除在效率、起动性能等各种指标有进一步提高外，第一次提出了噪声限值要求，并规定了符合国际电工委员会(IEC)标准的全部功率等级与安装尺寸、试验方法。可以这样说，Y系列小型异步电动机已达到国际水平。近年来，部局领导和电机行业本身，都重视成批生产时的质量控制，只要制造质量有保证，Y系列电机是具有一定竞争能力的。

Y系列(IP44)小型异步电动机于一九八二年定型投产，一九八五年全国产量已达1000万千瓦。这说明推广新系列电机是有成绩的，但同时也说明，还有不少用户和制造厂仍在使用和生产老系列产品。Y系列的各个派生系列在过去的几年中，经过各主导厂和有关方面的努力，绝大部分都已陆续定型，但普遍推广还需

要进一步努力。新产品，特别是对这些量大面广产品的推广，往往需要相当长的一段过渡时间。首先是使用单位对新系列产品还不够了解，从不了解到了解，需要做大量的宣传工作，其次，又因为生产与使用部门在转产和改用之前，都有一些生产与技术方面的具体问题需要解决，例如使用部门的配合尺寸需改进，就要涉及一系列问题，使得对老产品的需求还不能立刻全部取消。从制造方面来说，设备、模具等新的制造条件及测试手段也需要时间来准备；而且在需要与生产之间又往往互相影响、互为因果，因而这个过渡过程是不可避免的。因此，如何使有关使用部门尽快对Y系列电机能充分了解，将是Y系列电机推广工作中的一个重要环节。编写这本技术手册的目的，就是希望借此帮助使用和制造部门有关人员进一步了解Y系列电机，从而使Y系列电机的推广工作能更顺利地进行，以加速其更新换代的过程。

如上所述，本手册的编写目的，主要是为了推广，所以在取材方面，除罗列Y系列及其派生、专用系列小型异步电动机的各种品种规格、性能指标、外形与安装尺寸、重量、生产厂等供了解与选用备查的资料以外，又特意编写了《选用》一章。希望通过它，能告诉读者如何根据不同场合和主机的运行要求，正确选用最合适的Y系列电机。其次，为了告诉读者如何正确使用，手册中也编列了有关安装、使用、维护与故障处理的内容；还选列了一些设计、制造方面的资料作为参考。

我们希望这本手册的出版能达到上述目的，对Y系列电机的推广工作有所贡献。

最后，我们还要借此表达对褚应璜同志的怀念。褚老是电工界的前辈，他生前对小型异步电动机每一次更新换代都曾付出过不少心血。他曾对这本手册的编写给予大力支持，并曾拟亲自执笔为之写序，不幸未及如愿，深感遗憾，在此，我们谨以本手册的出版，作为对褚老的怀念。

殷元章、朱春甲

一九八六年四月

目　录

序
第一章　绪论 …… 1
1.1　小型异步电动机的体系 …… 4
1.2　Y系列电动机的特点及用途 …… 4
1.2.1　特点 …… 4
1.2.2　用途 …… 7
第二章　基本系列技术参数 …… 18
2.1　电动机的型式 …… 18
2.1.1　外壳防护结构型式 …… 18
2.1.2　冷却方法 …… 19
2.1.3　安装结构及型式 …… 19
2.2　功率等级和安装尺寸 …… 22
2.2.1　功率等级的选用 …… 22
2.2.2　功率、机座号与同步转速的对应关系 …… 23
2.2.3　安装尺寸和外形尺寸 …… 25
2.2.4　Y系列电动机的主要安装尺寸与同功率的J2、JO2系列对照表 …… 40
2.3　主要性能指标 …… 49
2.3.1　效率和功率因数 …… 49
2.3.2　起动性能 …… 51
2.3.3　最大转矩 …… 51
2.3.4　噪声和振动 …… 51
2.3.5　电气性能保证值的容差 …… 57
2.3.6　绕组温升 …… 58
2.4　Y系列电动机主要性能实测值对比 …… 59
2.5　设计参数 …… 60
2.5.1　定子内外径 …… 60
2.5.2　槽配合 …… 60

2.5.3 气隙值 ……61
2.5.4 定子绕组型式 ……62
2.5.5 电磁负荷及热负荷 ……62
2.6 导电和导磁材料 ……63
2.6.1 导电材料 ……63
2.6.2 导磁材料 ……64
2.7 定子绕组绝缘结构及绝缘规范 ……65
2.7.1 绝缘结构 ……65
2.7.2 绝缘规范 ……65
2.8 结构 ……67
2.8.1 主要零部件组成 ……67
2.8.2 主要零部件结构的选型 ……69
2.8.3 主要零部件的加工精度 ……77
2.8.4 主要材料汇总 ……81
2.8.5 主要零部件的技术要求 ……81
2.8.6 主要零部件通用性 ……88
第三章 关键制造工艺要点 ……91
3.1 铁心制造工艺 ……91
3.1.1 冲片制造工艺 ……91
3.1.2 冲片质量的影响因素 ……93
3.1.3 冲片表面绝缘处理 ……94
3.1.4 定子铁心压装工艺 ……95
3.2 铸铝转子制造工艺 ……96
3.2.1 转子压力铸铝工艺和设备 ……98
3.2.2 转子离心铸铝工艺和设备 ……99
3.2.3 铸铝转子热套工艺 ……100
3.2.4 转子校平衡 ……100
3.3 主要机械零部件的加工工艺 ……102
3.3.1 机座加工工艺 ……102
3.3.2 端盖加工工艺 ……104
3.3.3 轴—转子加工工艺 ……104
3.4 滚动轴承的验收 ……105

3.5 轴承清洗及安装……106
3.6 绕组制造和嵌线工艺……107
3.6.1 定子线圈绕线工艺……107
3.6.2 定子绕组嵌线工艺……107
3.7 定子绕组浸漆和干燥处理工艺……108
3.7.1 沉浸工艺……108
3.7.2 滴浸工艺……109
第四章 Y系列小型三相异步电动机的试验方法 ……112
4.1 试验规则……112
4.1.1 出厂试验项目……112
4.1.2 型式试验项目……113
4.1.3 定型试验项目……113
4.2 试验方法和标准……113
4.3 简易试验方法……114
4.3.1 冷态绝缘电阻合格值的估算……114
4.3.2 空载试验及其结果分析……114
4.3.3 堵转试验……116
4.3.4 温升试验……117
4.3.5 工作特性的测取……119
4.3.6 最大转矩的测定……120
第五章 电气派生系列 ……122
5.1 YX系列高效率三相异步电动机……122
5.1.1 降低损耗、提高效率的若干措施……122
5.1.2 性能指标……130
5.2 YD系列变极多速异步电动机 ……132
5.2.1 设计特点……132
5.2.2 机座号与速比及功率等级关系……132
5.2.3 主要性能指标……134
5.2.4 变极多速电机的控制……135
5.3 YH系列高转差率电动机 ……148
5.3.1 转子特点……148
5.3.2 机座号与功率等级的对应关系……149

5.4 Y系列（IP44)60Hz电动机……151
5.4.1 电压等级的考虑……151
5.4.2 效率与功率因数……152
第六章 结构派生系列 ……154
6.1 YR系列绕线转子三相异步电动机 ……154
6.1.1 特点、性能和用途……154
6.1.2 功率等级、同步转速与机座号对应关系……156
6.1.3 定、转子绕组主要设计参数……157
6.1.4 转子参数……158
6.1.5 转子绕组绝缘结构及绝缘规范……169
6.1.6 绕线转子电动机配套装置的选择……170
6.2 YCT系列电磁调速电动机 ……172
6.2.1 结构简介……172
6.2.2 控制装置简介及励磁绕组参数……173
6.2.3 主要性能指标……179
6.3 YCJ系列齿轮减速电动机……179
6.3.1 传动方案……180
6.3.2 结构安排……182
6.3.3 基本型谱范围及主要参数……182
6.3.4 基本型谱……182
6.3.5 安装尺寸及外型尺寸……182
6.3.6 检验要求……182
6.4 YEP系列旁磁制动电动机 ……194
6.4.1 结构特点及工作原理……194
6.4.2 功率等级与机座号对应关系……195
6.4.3 主要参数和性能……196
6.4.4 试验项目和维护……196
6.5 YEJ系列电磁制动电动机 ……198
6.5.1 结构特点及工作原理……198
6.5.2 功率等级与机座号对应关系……199
6.5.3 主要参数和性能……199
6.5.4 特殊试验项目……202

6.6 YLB系列深井水泵用电动机 ……203
6.6.1 电动机的传动方式……203
6.6.2 结构特点……203
6.6.3 功率等级、防护等级、配泵止口尺寸与机座号的对应关系……204
6.6.4 轴承型号……204
6.6.5 电动机的安装尺寸……207
6.7 YZC系列低振动低噪声异步电动机 ……207
6.7.1 振动和噪声指标……207
6.7.2 降低振动和噪声的措施……207
第七章 特殊环境派生系列 ……210
7.1 Y-W系列户外型及Y-WF1系列户外化工防腐蚀型电动机……210
7.1.1 用途……210
7.1.2 特殊使用环境条件……210
7.1.3 结构材料及工艺措施……211
7.1.4 特殊环境试验方法……212
7.2 Y-F系列化工防腐型电动机 ……214
7.2.1 用途……214
7.2.2 特殊使用环境条件……214
7.2.3 特殊结构材料及工艺措施……215
7.2.4 特殊环境试验方法……215
7.3 YA系列增安型电动机 ……216
7.3.1 用途……216
7.3.2 使用环境条件……216
7.3.3 技术要求与技术参数……217
7.4 YB系列隔爆型电动机 ……223
7.4.1 用途……223
7.4.2 使用环境条件……223
7.4.3 防爆要点……224
7.4.4 技术要求与技术参数……227
7.5 Y-H系列船用电动机 ……230
7.5.1 用途……230

7.5.2 使用环境条件……230
7.5.3 结构特点……230
7.5.4 技术要求……231
7.5.5 特殊试验项目的试验方法……236
第八章 特殊专用系列 ……241
8.1 YZR、YZ 系列起重冶金用三相异步电动机 ……241
8.1.1 结构特点……241
8.1.2 性能及主要参数……245
8.1.3 安装尺寸及外形尺寸……256
8.1.4 YZR 系列电动机的 $P—CZ$ 曲线……263
8.2 YQS 2 系列井用潜水三相异步电动机……271
8.2.1 使用条件……271
8.2.2 结构特点……272
8.2.3 关键材料及关键工艺……272
8.2.4 功率及与机座号的对应关系……277
8.2.5 性能和主要参数……277
8.2.6 安装尺寸及外形尺寸……278
8.2.7 试验要求……281
8.2.8 关键材料验收要求……282
第九章 小型异步电动机的选用 ……283
9.1 小型异步电动机的选用要点……283
9.2 选用步骤……284
9.2.1 一般选用步骤……284
9.2.2 节能选用步骤……284
9.3 异步电动机的工作特性和参数……287
9.3.1 机械特性……287
9.3.2 Y 系列电动机的 T_{KN}、T_{min}和T_{max} 的实测值范围 ……287
9.3.3 Y 系列电动机的工作特性……292
9.3.4 异步电动机的工作制……292
9.3.5 异步电动机的发热与温升……292
9.3.6 电动机过载时定子绕组温升与过载时间的关系……295
9.3.7 电动机起动或堵转时的温度增长速度 ΔT(℃/ s)……295

9.4 电源选择及电源条件对异步电动机性能的影响……295
9.4.1 电源的选择……295
9.4.2 电压偏差大时对异步电动机性能的影响……297
9.4.3 频率偏离额定值对异步电动机性能的影响……297
9.4.4 电压不对称对异步电动机性能的影响……297
9.5 异步电动机的外部结构型式及其选择……302
9.5.1 电动机的外部结构型式……302
9.5.2 电动机外部结构型式的选择……302
9.6 根据负载性质合理选择电机系列……307
9.6.1 典型负载的负载特性……307
9.6.2 各类机械所需的起动转矩和最大转矩……308
9.6.3 根据配套机械的负载性质选择异步电动机……309
9.7 异步电动机转速的选择……317
9.7.1 中、高转速机械如何选用Y系列电动机……317
9.7.2 不调速的低速机械如何选用Y系列电动机……317
9.7.3 频繁起、制动的断续周期工作制机械如何选择Y系列电动机……317
9.7.4 需要调速的连续工作机械，如何选择Y系列电动机……324
9.8 异步电动机功率的选择……325
9.8.1 电动机功率选择的前提及初步计算方法……325
9.8.2 连续工作制电动机功率的选择……330
9.8.3 其他工作方式下电动机功率的计算……337
9.9 从节能角度选用异步电动机……344
9.9.1 Y(IP44)和Y(IP23)的选用……344
9.9.2 YX系列的选用……347
9.9.3 泵类和风机配套电机的选用……351
9.10 小型三相异步电动机选用举例……354
第十章 Y系列电动机的维护和修理……357
10.1 电动机的安装……357
10.1.1 电动机的安装场所和基础……357
10.1.2 电动机与机械负载的联接……357
10.2 Y系列电动机的起动维护……359

10.2.1 起动前的准备工作 ……359
10.2.2 起动时的注意事项 ……360
10.3 Y系列电动机正常运行中的监视和维护 ……360
10.4 Y系列电动机的定期维修 ……362
10.5 Y系列电动机的绕组故障检测和检修 ……364
10.5.1 绕组的短路故障检测和检修 ……364
10.5.2 绕组的断路故障检测和检修 ……365
10.5.3 绕组接错的检测 ……367
10.6 Y系列电动机常见故障分析 ……369
10.6.1 起动故障分析 ……369
10.6.2 过热故障分析 ……369
10.6.3 空载电流过大或极不平衡的原因分析 ……372
10.6.4 轴承及故障分析 ……372
10.6.5 其他故障分析 ……375
10.7 Y系列电动机的重绕 ……376
10.7.1 重绕的步骤 ……377
10.7.2 绕组展开图 ……377
10.7.3 绕组的端部接线图 ……386
10.7.4 线端标志与旋转方向 ……387
10.7.5 绕组线径的代用 ……389
10.7.6 嵌线要点 ……391
10.8 Y系列电动机保护及操作设备的选择 ……392
10.8.1 笼型异步电动机起动控制设备的选择 ……392
10.8.2 笼型异步电动机保护电器的选择 ……393
10.8.3 Y系列电动机保护及操作设备配套表 ……393
10.9 派生系列和专用系列电动机的使用和维护的特点 ……394
10.9.1 绕线转子电动机的使用和维护特点 ……394
10.9.2 YCT系列电动机的使用和维护特点 ……395
10.9.3 YCJ系列电动机的使用和维护特点 ……396
10.9.4 YEJ系列电动机的使用和维护特点 ……397
10.9.5 YLB系列电动机的使用和维护特点 ……399
10.9.6 YA系列电动机的使用和维护特点 ……399

10.9.7 YB系列电动机的使用和维护特点 ……399
10.9.8 YZ、YZR系列电动机的使用和维护特点 ……402
10.9.9 YQS 2系列的使用和维护特点 ……402
附录1 Y系列（IP23）三相异步电动机技术数据 ……404
附录2 Y系列（IP44）三相异步电动机技术数据 ……408
附录3 电机尺寸及公差（摘自GB4772.1-84）……412
附录4 三相异步电动机试验方法（摘自GB1032-85）……425
附录5 电机基本技术要求（摘自GB755-81）……445
附录6 Y系列电动机生产时常用的测试设备清单 ……467
附录7 噪声和振动的测定 ……468
参考文献 ……475

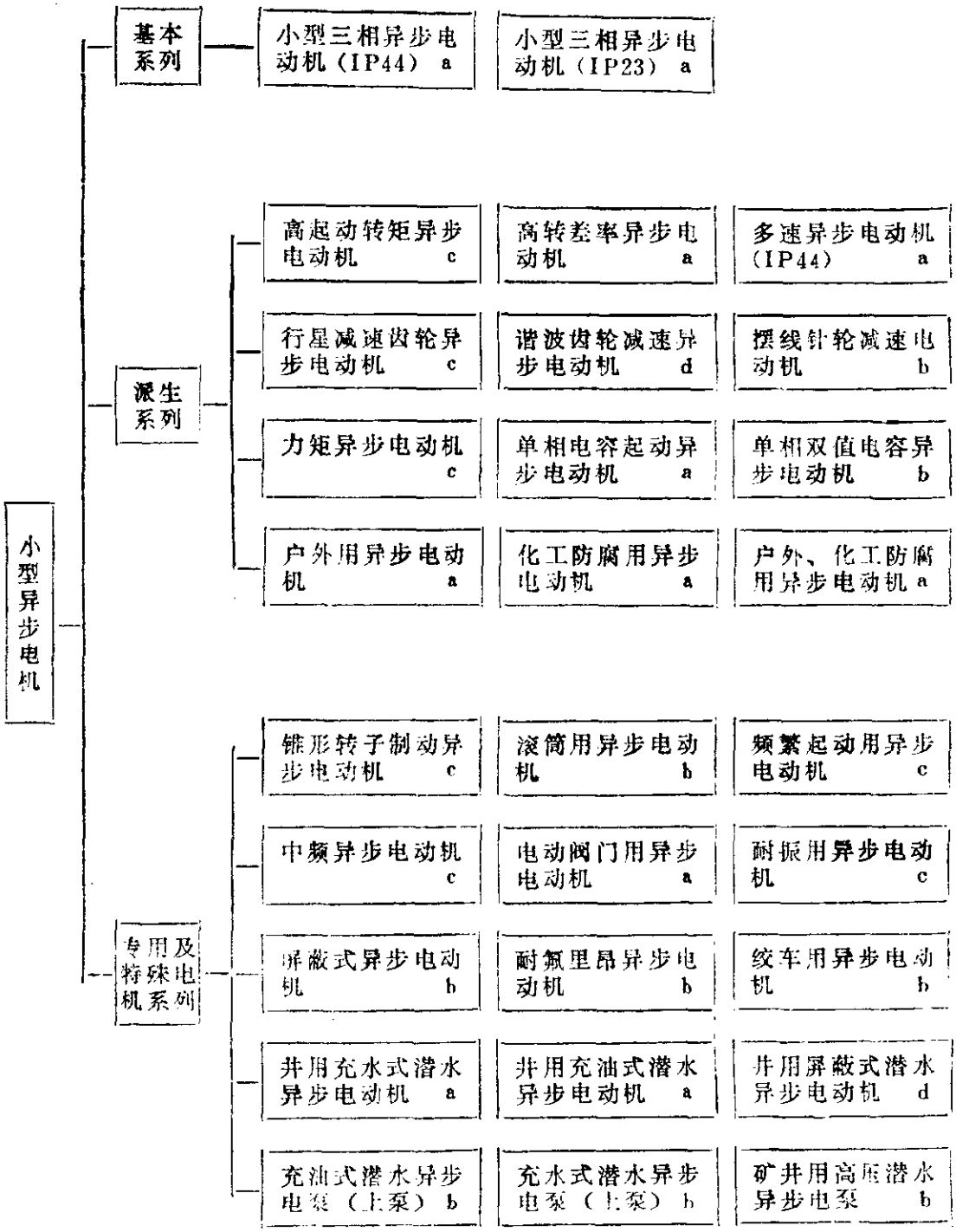
第一章 绪 论

小型三相异步电动机，通常包括中心高$H80$～$H315$mm的电机，其产量大、用途广，在电网的总负荷中，它的用电量约占40%。六十年代初，我国自行设计、试制的J 2、JO2系列电动机，历经十余年的生产，作出了重要的贡献。但限于当时的条件，该系列电机的功率等级与安装尺寸的对应关系，与国际市场上较通用的标准不同，不能满足扩大出口或引进设备配套的需要；此外由于起动转矩较低和缺乏噪声控制指标，在一定程度上难以适应主机更高的配套要求。为此，近几年机械工业部电器工业局组织制造厂和研究所，完成了Y系列小型三相异步电动机的设计和试制。该系列电机符合IEC标准、性能优良、运行可靠、外形美观，其主要技术指标，已达到七十年代末的国际水平。Y系列共有两个基本系列、十六个派生系列、九百多个规格，能满足国民经济各部门的不同需要。1983年，Y系列(IP44)小型三相异步电动机已列入国家经委和机械工业部下达的第一批重点推广产品。

众所周知，异步电动机以其坚固耐用、安全可靠而著称。然而有些用户使用的异步电动机，年损坏率高达5%。究其原因，多半是选型不当、使用不妥、保护不善的缘故。如果参照本手册做到正确选型、合理使用、精心维护，不但能减少一次性投资，延长电机的使用年限，减少生产事故，大大降低年损坏率，而且可节约大量电能，带来很大的经济效益。

目前，大家熟悉的J 2、JO 2、JO3系列已成为淘汰产品，取代它们的Y系列电机开始大量进入市场。为了使这种电机“物尽其用”，充分发挥它们应有的技术经济效益，本手册将系统地介绍该系列的技术参数和性能数据，工艺要点、检测、选用和维修方法以及其他有关资料。

表1-1 小型异步电



符号说明： a —已更新换代的产品

b —正在更新换代的产品或正在发展的新产品

c —尚待更新换代的产品

d —待发展的新产品

注：1.经加一定工艺措施后，电机产品能满足、热带、湿热带、干热带要求，

2.根据标准规定，对海拔进行修正后，能满足高原环境要求的电机产品，本

3.派生系列次派生电机本表也不再一一列入。（参见表1-3注 5）

动机产品体系表

电磁调速异步电动机 a	高效率异步电动机 a	低振动低噪声异步电动机 a	齿轮减速异步电动机 a
机械调速异步电动机 d	装入式异步电动机 a	傍磁式制动异步电动机 a	电磁铁制动异步电动机 a
立式深井泵用异步电动机 a	船用异步电动机 a	增安型异步电动机 a	隔爆型异步电动机 a
绕线转子异步电动机(IP44、IP23) a			

掘道用异步电动机 c	换向器式调速异步电动机 c	电梯用异步电动机 a	木工用异步电动机 a
震捣器用异步电动机 c	振冲器用异步电动机 c	管道泵用异步电动机 c	钻探用异步电动机 d
冶金及起重用异步电动机 a	冶金及起重用绕线转子异步电动机 a	轴流式局部扇风机(通风机) a	装岩机用异步电动机 a
井用潜油异步电动机 b	井用潜卤异步电动机 b	干式潜水异步电泵(上泵) b	干式潜水异步电泵(下泵) b
单相潜水异步电泵(下泵) b	屏蔽式潜水异步电泵(上泵) d	直线异步电动机 d	

本体系表不再一一列入，

体系表不再一一列入，

1.1 小型异步电动机的体系

小型异步电动机可分为基本系列、派生系列和专用系列。

基本系列——适用范围广、生产量大，是一种通用电机，如Y系列(IP44)、(IP23)小型三相异步电动机。

派生系列——按照不同的使用要求，在基本系列的基础上作部分改动，零部件与基本系列有较高的通用性和一定程度的统一性。派生系列有电气派生、结构派生和特殊环境派生几种。如高效率电动机(YX系列)属于电气派生；绕线转子电动机(YR系列)则为结构派生；隔爆型电动机(YB系列)乃是特殊环境派生。

专用系列——与一般用途不同，具有特殊使用要求或特殊防护条件的系列，如YZ、YZR冶金及起重用异步电动机系列。

小型异步电动机的体系如表1-1所示。该表中列出了我国小型异步电动机发展的全部范围。表中将基本系列、派生系列及专用系列三部分中已更新、正在更新或发展的，以及尚待更新或发展的用符号标出，供用户选用时参考。

1.2 Y系列电动机的特点及用途

1.2.1 特点

（1）具有较高的效率水平

Y系列与老系列及国外同类型产品相比，效率平均提高的百分数如表1-2所示。

（2）堵转转矩高

在一些应用场合，堵转转矩（以往称为起动转矩）可降低电机的过安装容量，节约一次性投资。按照标准规定，Y系列(IP23)的堵转转矩平均值达额定值的1.84倍，比J2系列提高65%；Y系列(IP44)的平均值达额定值的1.96倍，比JO2系列高33%；YD系列比JDO2系列高25%。

表 1-2

Y系列代号	与国内同类系列比	与国外同类型产品比
Y（IP44）	比JO2高0.41%	比西门子1LA3/4系列高1.54%，比目前国际上一般通用电机中效率最高的系列—西屋公司T系列还高
Y（IP23）	比J2高0.156%	比西门子1AR6系列高2.31%，比法国CEM公司P系列高2.13%
YX	比Y（IP44）高3%	比法国CEM公司M2Z系列高0.6%
YR（IP44）	比JRO2高1.14%	比西门子1LS3/4系列高1.51%
YR（IP23）	比JR高1.69%	比西门子1RS6系列高0.59%
YD	比JDO2高1.7%	
YCT	与JZT的传动效率相比	与日本三菱、安川、日立产品的传动效率相比
	15kW以下高4.85%	4kW以下高4.85%
	18.5kW以下高10%	4kW以上高1.5%
YH	比JHO2高0.875%	

注：1.YLB与Y（IP44）、Y（IP23）的性能指标相同；Y-W、YA、YB、Y-H、Y-F的性能指标均与Y（IP44）相同。

2.国外同类产品的效率是样本所提供的数值。

（3）具有较高的最大转矩和最小转矩

最大转矩的大小，表征电机的过载能力，提高这一转矩，也就提高了电机承受冲击载荷的能力。Y(IP44)和Y(IP23)的最大转矩标准值比J2、JO2系列均有提高，Y（IP44）最大转矩倍数的实测值，大多数超过额定值的2.5倍。YR（IP44）系列最大转

矩的标准值平均为额定值的2.75倍，比JRO2系列提高22%；YR(IP23)的平均值为2.48倍，比JR提高35.5%。

提高起动过程的最小转矩，可确保电机平滑起动，避免低速"爬行"而烧毁电机，增加电机使用的可靠性。Y（IP23）、Y(IP44)系列的标准规定值比J2、JO2系列提高25%。实测结果表明，Y系列的转矩-转速特性优良（$M-s$曲线光滑），能顺利起动。

（4）留有较大的温升裕度

Y系列电机采用B级绝缘，允许绕组温升为80K。经批量生产的实测结果证明，大部分规格有10K以上的温升裕度，有的留有20K以上，因此有利于延缓绝缘的老化，提高了电机的使用寿命和可靠性。

（5）采取了降低噪声、振动的措施

在Y系列电机的技术条件中，明确规定了噪声和振动的考核指标（J2、JO2系列无规定）；在电机生产中，采取了一系列降低噪声的措施，使电机的噪声、振动有所降低。Y系列(IP23)的2、4极电机小功率部分的噪声达到E级（低噪声级），2、4极电机大功率部分和6极电机的全部达到S级（优等级），8极电机也达到R级(一级)。Y系列(IP44)的噪声比国际电工委员会(以下简称IEC）推荐的标准规定值，低5～10dB。Y系列的振动达到了国标规定的N级（普通级）。噪声、振动的降低，减少了公害，尤其给机床行业带来了很多好处。

（6）标准化、系列化和通用化程度较高

Y系列积极采用IEC已颁发的标准，贯彻我国的国家标准。严格按照标准规定进行考核、检验和鉴定。该系列规定了技术条件统一、易损件统一、外观基本统一，有利于就近配套和购买易损件，简化了订货。基本系列和十六个派生系列，可以组合成用户需要的特种规格。例如高效率电机YX系列与Y-W系列组合，便成为高效率户外型电机，YX与YB、Y-WF1系列组合，便成为高效率隔爆型户外化工防腐电动机，因此Y系列电机具有

“积木式”的组合功能。此外，由于Y系列的功率等级与机座号的对应关系与联邦德国DIN42673标准相符，因此有利于扩大电机出口和引进设备的配套。

Y系列主要零部件的通用性如第二章表2-62、2-63所示。

（7）体积小，重量轻

在相同的体积下，Y系列比J2、JO2的输出功率高一级以上。当输出功率相同时，Y系列电机体积小、重量轻。例如Y(IP44)的体积平均比JO2系列小15%，重量平均比JO2系列轻12%。

（8）安装型式灵活多样

Y系列电动机的安装结构，分为用底脚安装和用底脚附带凸缘安装，以及用一个凸缘安装等三种，可灵活地组合成12种安装型式，给主机配套带来方便。Y系列电机安装型式如第二章表2-2所示。

（9）外形美观

Y系列电机的端盖、出线盒、风罩这些影响外观的主要零件均比JO2系列美观，尤其是风罩别具一格。整个系列造型得当，可与国外先进产品媲美。

1.2.2 用途

小型异步电动机用途很广，是各类机械中的主要动力元件。Y系列小型异步电动机根据需要，既可用于正常的工作环境，又可在潮湿、多尘、湿热、多霉和日晒雨淋、严寒酷暑、冲击波动、有爆炸危险和腐蚀性环境中使用；既可恒速传动，又可变速传动；既可连续工作，又可断续工作。各种机床、风机、水泵、运输机械、小型起重机械、锻冶机械、矿山机械、建筑机械、轧钢、制糖、造纸、化工、橡胶工业设备和农业机械都可选用合适的Y系列电动机传动。Y系列电动机的选用参考表如表1-3所示。具体选用方法，详见第九章。

表1-3 Y系列（小型）及

序号	系列名称	型号		产品技术条件		机座号与功率范围	外壳防护型式
		新系列	老系列	标准编号	替代		
1.	小型三相异步电动机（封闭式）	Y（IP44）	JO2	JB3074-82	JB742-66（JO2部分）	0.55～160kW（4极） *H*80～*H315 12种机座号83个规格	IP44
2.	小型三相异步电动机（防护式）	Y（IP23）	J2	JB/DQ 3079-84	JB742-66（J2部分）	11～250kW（4极） *H*160～*H315 7种机座共61个规格	IP23
3.	高效率三相异步电动机	YX	补缺	JB4053-85		2.2～90kW（4极） *H*100～*H*280 9种机座43个规格	IP44
4.	变极变速三相异步电动机	YD	JDO2		企标	0.55～90kW（4极） *H*80～*H*280 11种机座103个规格	IP44

其派生系列选用参考表

冷却方式	安装方式	使用特点和场合	与基本系列的关系及其主要特征	备注
IC0141	IMB3 IMB35 IMV1	为一般用途笼型三相异步电动机，可以用于起动性能、调速性能及转差均无特殊要求的机器与设备的配套，如金属切削、机床、水泵、鼓风机，运输机械、农业机械等 IP44型外壳防护结构为封闭式，能防止灰尘、水滴大量地进入电机内部，适用于灰尘多、水土飞溅的场所 IP23型外壳防护结构为防护式，能防止水滴或其他杂物从垂直线成60°角的范围内，落入电机内部，适用于周围环境较干净、防护要求较低的场所	功率等级与安装尺寸的关系与联邦德国DIN42672和DIN42673标准相同	基本系列
IC01	IMB3 IMB35			
IC0141	IMB3 IMB35 IMV1	电机效率指标较基本系列平均提高3%，适用于运行时间较长，负荷率较高的场合，可较大幅度地节约电能	在基本系列（IP44）的基础上采用较好的磁性材料，增加有效材料的用量，改进设计，采取工艺措施等降低各种损耗 功率等级与安装尺寸的关系与Y系列同	派生系列
IC0141	IMB3 IMB35 IMV1	电机转速可逐级调节，有双速、三速、四速三种类型、具有转速变换的特性，调节方法比较简单，如与适当的控制开关配合，可以简化或代替机床传动中的齿轮箱，降低噪声	定子利用一套绕组（三速、四速采用二套绕组），改变接线方法，除引出线为9～12根外，结构及外形尺寸同Y系列（IP44）	派生系列

序号	系列名称	型号		产品技术条件		机座号与功率范围	外壳防护型式
		新系列	老系列	标准编号	替代		
5.	低振动、低噪声三相异步电动机	YZC	JJO2		JB1180-71（小异步电动机部分）	0.55～15 kW（4 极） *H*80～*H*160 7 种机座36个规格	IP44
6.	高转差率（滑差）异步电动机	YH	JHO2		JB2226-77	0.9～66 kW（4 极） （FC＝25%） *H* 80～*H* 280 11种机座号58个规格	IP44
7.	隔爆型三相异步电动机	YB	BJO2	JB3225-83	JB1331-73	0.55～160kW（4 极） *H*80～*H315 12种机座号83个规格	IP44 或 IP54
8.	增安型三相异步电动机	YA	JAO2		JB2228-71	0.55～90 kW（4 极） *H*80～*H*280 11种机座号65个规格	IP54

（续）

冷却方式	安装方式	使用特点和场合	与基本系列的关系及其主要特征	备注
IC0141	IMB 3 IMB35 IMV 1	主要用于精密机床配套，可满足 JB1180-71《精密机床用小型电动机的振动和噪声分级标准》中有关异步电动机部分指标的要求	在基本系列Y(IP44)系列上选用低噪声电机专用轴承，提高加工精度，提高转子平衡精度，改进电磁参数等措施。 功率等级与安装尺寸的关系与Y系列同	派生系列
IC0141	IMB 3 IMB35 IMV 1	具有较高的堵转转矩、较小的堵转电流、转差率高、机械特性软的特点 电动机负载持续率(FC)分为15%、25%、40%、60%四种，适用于传动飞轮力矩较大，具有冲击性负荷，起动及逆转次数较多的机械配套，如剪床、冲床、锻冶机械及小型起重运输机械等	除转子采用小槽，深槽及采用电阻系数高的铝合金材料外，其他均与Y系列(IP44)同	派生系列
IC0141	IMB 3	电机结构考虑隔爆措施，可用于燃性气体或蒸气与空气形成的爆炸性混合物的场所 适用于煤矿固定式设备的为KB（Ⅰ类），适用于工厂的有B2d（ⅡAT4），B3d（ⅡBT4）型	与Y系列(IP44)基本系列同，仅结构特征和外形尺寸有差异，适应煤矿需要，电压设计成220/380V或380/660V二种，F级绝缘，但温升作B级考核	派生系列
IC0141	IMB 3 IMB35	适用于Q2类爆炸危险的场合（即在正常情况下没有爆炸危险，仅在不正常或事故情况下，爆炸性混合物可达到爆炸浓度的场所）	其功率等级和安装尺寸相应关系在大功率部分要比Y系列(IP44)有所降低。定子温升限值要求低10℃（电阻法不超过70K）并规定转子堵转温升限值。定子绕组配有保护装置	派生系列

序号	系列名称	型号		产品技术条件		机座号与功率范围	外壳防护型式
		新系列	老系列	标准编号	替代		
9.	电磁调速电动机	YCT	JZT		企标	0.55～90 kW *H*112～*H*355 10种机座号19个规格	电动机 IP44
10.	齿轮减速电动机	YCJ	JTC		企标	电动机： 0.55～15kW 减速器： 输出转矩 9～3400NM 输出转速15～600 r/min	IP44
11.	磁制动电动机	YEP	JZD		企标	0.55～11 kW（4极） *H*80～160 6种机座号18个规格	IP44
12.	电磁铁制动电动机	YEJ	补缺			0.55～45 kW *H*80～*H*225 9种机座号53个规格	电动机 IP44 制动装置 IP23
13.	立式深井泵用异步电动机	YLB	JLB2 DM JTB		企标	5.5～132 kW *H*132～*H*280 6种机座号20个规格	IP23 （*H*160～280） IP44 （*H*132）

（续）

冷却方式	安装方式	使用特点和场合	与基本系列的关系及其主要特征	备注
IC0141	IMB 3	是一种恒转矩无级调速电动机，具有结构简单、控制功率小、调速范围广等特点。调速比1：2～1：10；转速变化率精度可达到<3%	电磁调速电动机是由电磁转差离合器（也称电磁离合器）和拖动电动机（Y系列IP44）两部分组成，它与测速发电机控制器组成交流调速驱动装置	派生系列
IC0141	IMB 3	是专用于低速大转矩机械传动的驱动装置，适用于矿山、轧钢、制糖、造纸、化工、橡胶等工业 该电动机只准使用联轴器或正齿轮与传动机构联接	齿轮减速电动机是由Y系列与齿轮减速器直接耦合而成，减速器采用外啮合渐开线圆柱齿轮，可正反两个方向传递功率（转矩）	派生系列
IC0141	IMB 3 IMB35	该电动机具有制动快、结构紧凑、工艺简单的特点，可使用在起动运输机械、升降工作机械及其他要求迅速和准确停车的场合，作主传动或辅助传动用 电动机工作方式为(S_8)，其负载持续率(FC)为25%，制动时间可达到0.2 s 内	其功率等级及安装尺寸均与Y系列（IP44）同，转子非轴伸端装有分磁块及制动装置，它与电动机组成一体	派生系列
IC0141	IMB 3 IMB35	用途同上 该电动机为连续工作方式(S_1)，制动时间在0.4～1.5 s 范围内	电磁铁制动电动机是由电动机与电磁铁制动器组合的产品，可与Y系列基本型及派生系列组合成适于各种要求的制动电动机，通用性高，但轴向长度长	派生系列
IC01 IC0141	IMV 6	是驱动立式深井泵的专用电动机，安装时将水泵轴通过电动机的空心轴与顶上轴端联轴器相连，采用钩头键	YLB系列除H132机座在Y系列（IP44）上派生，其余五种机座号均在Y系列（IP23）上派生	派生系列

序号	系列名称	型号		产品技术条件		机座号与功率范围	外壳防护型式
		新系列	老系列	标准编号	替代		
13.	立式深井泵用异步电动机	YLB	JLB2 DM JTM		企标	5.5～132kW *H*132～*H*280 6种机座号20个规格	IP23 (*H*160～280) IP44 (*H*132)
14.	绕线转子三相异步电动机	YR (IP44)	JRO2	JB/DQ 3136-86	JB564-64	4～132kW(4极) *H*132～280 7种机座号34个规格	IP44
		YR (IP23)	JR 2	JB/DQ 3098-84		7.5～132 kW (4 极) *H*160～280 6 种机座号37个规格	IP23
15.	户外型三相异步电动机	Y-W	JO2 -W		JB2419-79	0.55～90 kW (4 极) *H*80～*H*280 11种机座号65个规格	IP54 或 IP55
16.	化工防腐蚀型三相异步电动机	Y-F	JO2 -F		JB1042-67		
17.	船用三相异步电动机	Y-H	JO2 -H		JB2625-79	0.55～90 kW (4 极) *H*80～*H*280 11种机座号65个规格	IP44 或 IP54

（续）

冷却方式	安装方式	使用特点和场合	与基本系列的关系及其主要特征	备注
IC01 IC0141	IMV6	连接传动。适用于广大农村及工矿吸取地下水之用	机座不带底脚、安装型式为V_6(即立式)。下端盖上有凸缘（配泵体）无轴伸	派生系列
IC0141	IMB3	能在较小的起动电流下，提供较大的起动转矩，并能在转子回路中增减外接电阻以改变其转速，适用于对起动转矩高及需要小范围的调速传动装置上 YR(IP44)为封闭结构，可用于灰尘较多、水土飞溅的场所 YR(IP23)为防护式结构，能防止水滴从与垂直方向成60°的范围内进入电机内部，可用于周围环境较干净的场所	转子为绕线式，功率等级与安装尺寸的关系比基本系列降低1～2级，与西德DIN42678和42679标准相同 采用碳刷集电环安放在非轴伸端盖外的总体结构	派生系列
IC01	IMB3			
IC0141	IMB3 IMB35 IMV1	适用于一般户外环境的潮气，霉菌、盐雾、雨水、雪、风沙、日辐射、严寒（-20℃）等气候条件以及户内有腐蚀性气体或腐蚀性粉尘的场所 根据使用环境条件两个系列分为户外、轻腐蚀、中等腐蚀、强腐蚀等四种防护类型	在Y系列（IP44）电动机基础上采取加强结构密封和材料工艺防腐等措施，其性能指标和外形尺寸与基本系列相同	派生系列
IC0141	IMB3 IMB35	适用于海洋、江河上一般船舶，能适应环境空气温度为50℃，海拔零米，空气相对湿度不大于95%，并伴有凝露、盐雾、油雾及霉菌等场合，并能经受冲击，振动及颠簸	在Y系列(IP44)上派生，根据船舶使用的特点，在机座接线盒的结构和材料上，在绝缘处理上和电磁设计上均作了考虑	派生系列

序号	系列名称	型号		产品技术条件		机座号与功率范围	外壳防护型式
		新系列	老系列	标准编号	替代		
18.	摆线针轮减速电动机	YXJ			JB2982-81（减速器标准）	配套电机 0.55～55 kW（6极） *H*80～*H*280 机座号9个 传动比9种	IP44
19.	起重冶金三相异步电动机	YZ	JZ 2	JB3230-83	JB775-65	1.5～30 kW *H*112～250 7个机座11个规格	IP44（一般环境用） IP54（冶金环境用）
		YZR	JZR 2	JB3229-83		1.5～200 kW *H*112～*H*400 11个机座32个规格	
20.	井用潜水三相异步电动机	YQS2	JQS YQS		GB2818-81	3～185kW 150～300井径 4个机座号44个规格	IP×8

注：
1. 上述系列均可设计成非50Hz和非标准电压如60Hz；440V，460V等，作
2. 带*号为原设计到*H*280机座，*H*315机座为延伸产品，可结合订货
3. 摆线针轮减速电动机新系列目前尚未鉴定定型，其技术数据在本手册中
4. 上表产品经加一定的工艺措施后，均能满足热带、干热带、湿热带地区
5. 根据用户要求，还可在上表的派生系列基础上发展成次派生，如多速制爆电动机，高效多速电动机等各种特殊要求品种；
6. 上表中外壳防护型式、冷却方式、安装方式的代号说明详见附录中《电机、装型式代号》（GB997-81）等标准。

（续）

冷却方式	安装方式	使用特点和场合	与基本系列的关系及其主要特征	备注
IC0141	IMB3	具有减速比大（一般速比可达87:1），体积小、重量轻的特点，效率比齿轮减速器高，且噪声低 使用场合同齿轮减速电动机	摆线针轮减速电动机是摆线针轮减速器与电动机（Y系列）相连成一体的减速装置 配套的电动机轴伸与减速器联成一体，要求轴伸精度及偏摆等公差提高到一级到二级	派生系列
H112～H132 IC0041 H160～IC0141	IMB3 IMB35 IMV1	适用于冶金辅助设备及各种起重机电力传动用的动力设备，电动机工作制，YZ系列分S_2，S_3，S_4，S_5，S_6五种类型，YZR系列分S_2，S_3，S_4，S_5，S_6，S_7，S_8七种类型，其基准工作制为S_3、40%（即工作制为S_3，基准负载持续率为40%，每一工作周期为10 min）其他工作制的功率按基准工作制时定额功率的实际温升值确定，由制造厂在产品样本中给出	本系列为特殊专用产品，因其使用在断续工作制的特殊场合，其电磁参数及结构型式均不同于Y系列基本型强调使用的可靠性，绝缘等级采用F级及H级，分别用于环境温度不超过40℃和60℃的场所	专用系列
ICW08 W41	IMY3	是驱动井用潜水泵的专用电动机与井用潜水泵组装成井用潜水电泵，潜入井下水中长期工作，适合于广大农村，城市工矿企业和高原山区城乡抽取地下水之用	本系列为特殊专用产品，其电磁参数结构型式均不同于基本型，本系列电机特点是外径尺寸小，电机细长，内部采用充水式密封结构，导线采用耐水漆包线，机座无底脚，用凸缘安装	专用系列

为电磁派生系列订货；
进行试制生产，
暂缺；变极变速电动机目前只生产到H160及以下机座；
要求。根据标准规定，对海拔修正后，也能满足高源环境的要求；
动电动机、户外化工防腐蚀防爆“三合一”电动机，多速绕线转子电动机，高效率防

电器外壳防护等级》（GB1498-79）、《电机冷却方式》（GB1993-80），《电机结构及安

第二章　基本系列技术参数

2.1　电动机的型式

电动机的基本结构型式，可根据外壳防护等级、冷却方法、安装结构和安装方式分类。

2.1.1　外壳防护结构型式

Y系列小型三相异步电动机（以下简称Y系列电动机）基本系列有IP23和IP44两种外壳防护结构型式，分别与传统的防护式和封闭式相对应，以满足不同使用环境条件的要求。IP23和IP44是国家标准GB4942、1-85《电机　外壳防护分级》所规定的级别标志。其含义是：IP——表示防护等级的标志符号；IP后面二位数字的要求如表2-1所述。

Y系列IP23和IP44电动机外形如图2-1所示。

a）　　b）

图2-1　电机外形

a）Y系列（IP44）　b）Y系列（IP23）

表2-1 外壳防护分级

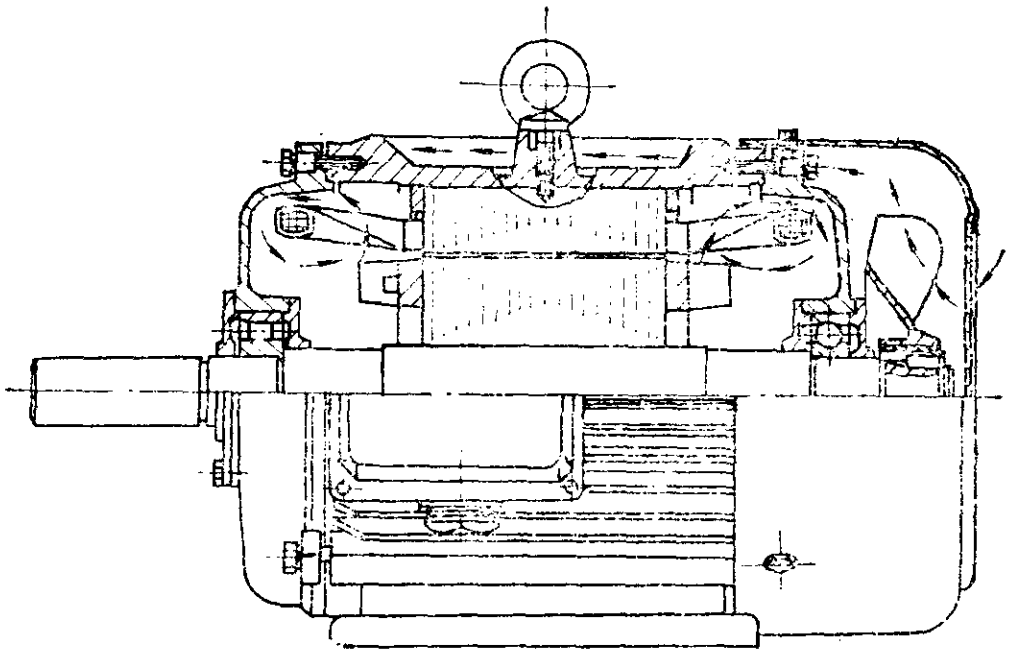
级别		要求
IP23	第一位数字	能防止手指触及机壳内带电或转动部分 能防止直径大于12mm的小固体异物进入
	第二位数字	与沿垂直线成60°角或小于60°角的淋水对电机应无有害的影响
IP44	第一位数字	能防止厚度大于1mm的工具、金属线或类似的物体触及壳内带电或转动部分 能防止直径大于1mm的小固体异物进入，但不包括由外风扇吸风或送风的通风口和封闭式电机的泄水孔，这些部分应具有2级防护性能
	第二位数字	任何方向溅水于电机，应无有害影响

2.1.2 冷却方法

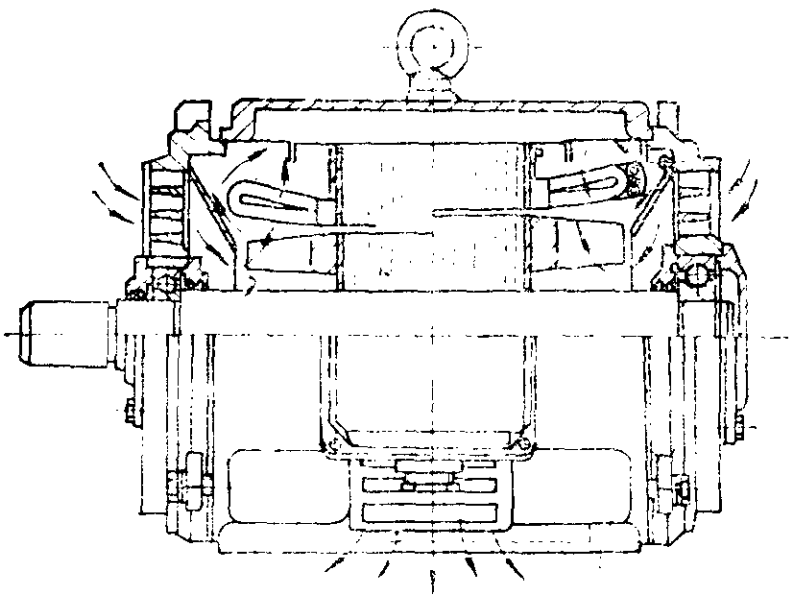
电动机冷却方法按GB1993-80《电机冷却方法》的规定，根据冷却介质和冷却回路分类，用字母和数字标志。Y系列(IP23)和(IP44)小型三相异步电动机都利用周围空气来循环冷却。但由于外壳防护等级要求不同，故其冷却方法也不同。Y系列(IP23)电动机冷却方法代号为IC01，表示采用转子端环上铸铝风叶作为驱动元件，周围冷空气自端盖端面进入，经过转子风叶增压，携带转子部分热量，再冷却定子绕组端部和定子铁心背部，受热后的空气从机座中间排出机外。Y系列(IP44)电动机的冷却方法代号为IC0141。其含义是电动机在运行中内部损耗产生的热量，全部传递到电机表面，通过安装在非轴伸端风扇来驱动周围空气，连续吹拂电机表面，带走上述热量，达到冷却电机的目的。两种结构电机空气冷却循环路径如图2-2所示。

2.1.3 安装结构及型式

Y系列电动机的安装结构，分为用底脚安装、用底脚附带凸缘安装和用一个凸缘安装等三种。根据三种基本安装结构，电动机的安装型式又可分为卧式安装或立式安装以及轴伸向上或向下，即有IMB3、IMB35、IMB5、IMB6、IMB7、IMB8、IMV1、



a）



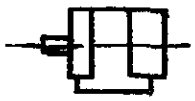
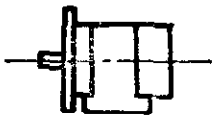
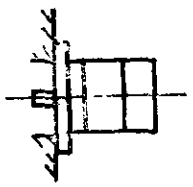
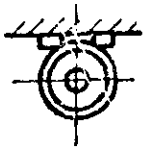
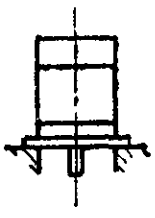
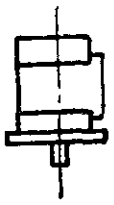
b）

图2-2　空气冷却循环路径示意图

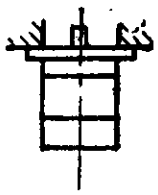
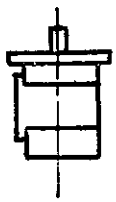
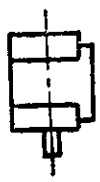
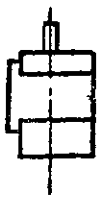
a）Y系列（IP23）　b）Y系列（IP44）

IMV15、IMV3、IMV36、IMV5、IMV6等安装方法。上述字母和数字的含义，按GB997-81《电机结构及安装型式代号》的规定。各种安装结构特点及型式，见表2-2。

表2-2 安装结构特点及安装型式

代号	示意图	结构特点	安装型式	制造范围	
				IP23	IP44
B3		两个端盖式轴承，有底脚，有轴伸	借底脚安装在基础构件上	*H*160～315	*H*80～315
B35		两个端盖式轴承，有底脚，传动端端盖上有凸缘，凸缘上有通孔，有轴伸	借底脚安装在基础构件上，并附用凸缘安装	—	*H*80～315
B5		两个端盖式轴承，无底脚，传动端端盖上有凸缘，有轴伸	借凸缘安装在基础构件上	—	*H*80～225
B6		同B3	借底脚安装在墙上，从传动端看底脚在左边	—	*H*80～160
B7		同B3	借底脚安装在墙上，从传动端看底脚在右边	—	*H*80～160
B8		同B3	借底脚安装在天花板上	—	*H*80～160
V1		两个端盖式轴承，无底脚，传动端端盖上带凸缘，凸缘上有通孔，传动端轴伸向下	借凸缘在底部基础构件上安装	—	*H*80～315
V15		两个端盖式轴承，有底脚，传动端端盖上有凸缘，凸缘上有通孔，传动端轴伸向下	借底脚安装在墙上，并附用凸缘在底部基础构件上安装，传动端轴伸向下	—	*H*80～160

（续）

代号	示意图	结构特点	安装型式	制造范围	
				IP23	IP44
V3		两个端盖式轴承，无底脚，传动端端盖上带凸缘，凸缘上有通孔，传动端轴伸向上	借凸缘在顶部基础构件上安装	—	*H*80～160
V36		两个端盖式轴承，有底脚，传动端端盖上有凸缘，凸缘上有通孔，传动端轴伸向上	借底脚安装在墙上或基础构件上，并附用凸缘在顶部基础构件上安装，轴伸向上	—	*H*80～160
V5		两个端盖式轴承，有底脚，传动端轴伸向下	借底脚安装在墙上，传动端轴伸向下	—	*H*80～160
V6		两个端盖式轴承，有底脚，传动端轴伸向上	借底脚安装在墙上，传动端轴伸向上	—	*H*80～160

2.2 功率等级和安装尺寸

2.2.1 功率等级的选用

功率等级采用IEC72文件（71年）所规定第一数系的数值，为：0.55,0.75,1.1,1.5,2.2, 3 , 4 , 5.5, 7.5, 11,15, 18.5, 22, 30, 37, 45, 55, 75, 90, 110, 132, 160,185, 200, 220, 250 kW（其中3.7用第二数系的3和4代替）。本功率等级与国外主要公司的同类产品保持一致，不仅有利于进口设备电机备品的制造，也可满足日益增长的出口需要。

Y系列与J 2、JO2、JS2等系列功率等级的比较，如表2-

3所示。

表2-3　Y系列与老系列功率等级比较

系　列	功　率　等　级　(kW)
Y(IP23)(IP44)	0.55, 0.75, 1.1, 1.5, 2.2, 3.0, 4.0, 5.5, 7.5, 11, 15, 18.5, 22, 30, 37, 45, 55, 75, 90, 110, 132, 160, 185, 200, 220, 250
J2, JO2, JS2	0.6, 0.8, 1.1, 1.5, 2.2, 3.0, 4.0, 5.5, 7.5, 10, 13, 17, 22, 30, 40, 55, 60, 75, 95, 100, 112, 132, 160, 190, 220, 250, 280, 320

2.2.2　功率、机座号与同步转速的对应关系

（1）Y系列(IP23)功率、机座号与同步转速的对应关系与西德DIN42672标准一致，如表2-4。

表2-4　Y系列（IP23）功率、机座号与同步转速的对应关系

机座号	同步转速 (r/min)				
	3000	1500	1000	750	600
	功率 (kW)				
160M	15	11	7.5	5.5	—
160L $\frac{1}{2}$	18.5	15	11	7.5	—
	22	18.5	—	—	—
180M	30	22	15	11	—
180L	37	30	18.5	15	—
200M	45	37	22	18.5	—
200L	55	45	30	22	—
225M	75	55	37	30	—
250S	90	75	45	37	—
250M	110	90	55	45	—
280S	—	110	75	55	—
280M	132	132	90	75	—

（续）

机座号	同步转速 (r/min)				
	3000	1500	1000	750	600
	功率 (kW)				
315S 1/2	160 / 185	160	110	90	55
315M1 A/B	200 / 220	185 / 200	132	110	75
315M2 A/B	250	220 / 250	160	132	90

注：1. S、M、L后面的数字1、2，和A、B分别代表同一机座号和转速下不同的功率。

2. 315机座制造厂将结合订货试制供应。

（2）Y系列(IP44)功率、机座号与同步转速的对应关系和西德 DIN42673 标准一致，如表 2-5。

表2-5 Y系列（IP44）功率、机座号与同步转速的对应关系

机座号	同步转速 (r/min)				
	3000	1500	1000	750	600
	功率 (kW)				
80 1/2	0.75 / 1.1	0.55 / 0.75	—	—	—
90S	1.5	1.1	0.75	—	—
90L	2.2	1.5	1.1		
100L 1/2	3	2.2 / 3	1.5	—	—
112M	4	4	2.2	—	—
132S 1/2	5.5 / 7.5	5.5	3	2.2	—

（续）

机座号	同步转速（r/min）				
	3000	1500	1000	750	600
	功率（kW）				
132M 1 2	—	7.5	4 / 5.5	3	—
160M 1 2	11 / 15	11	7.5	4 / 5.5	—
160L	18.5	15	11	7.5	
180M	22	18.5	—	—	—
180L	—	22	15	11	
200L 1 2	30 / 37	30	18.5 / 22	15	—
225S	—	37	—	18.5	—
225M	45	45	30	22	
250M	55	55	37	30	—
280S	75	75	45	37	—
280M	90	90	55	45	
315S	110	110	75	55	45
315M 1 2 3	132	132	90	75	—
	160	160	110	90	55
	—	—	132	110	75

2.2.8 安装尺寸和外形尺寸

按JB/DQ3097-84、JB3074-82和JB/DQ3204-86技术条件规定Y系列(IP23)及(IP44)电动机的安装尺寸和外形尺寸应符合表2-6～表2-10。

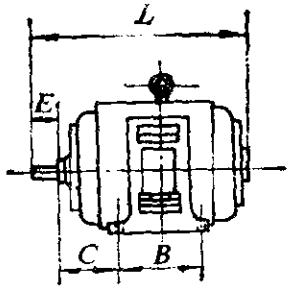
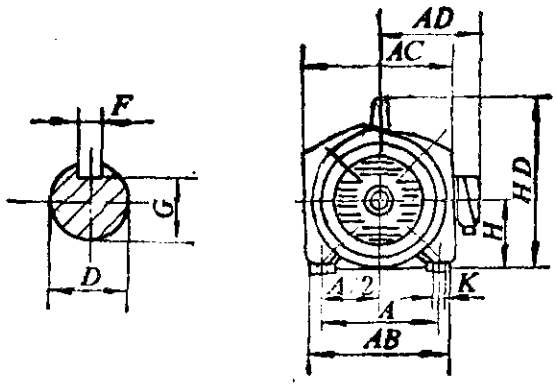


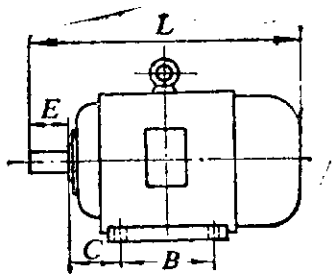
表2-6　Y系列(IP23)电动机安装尺寸和

机座号	极数	安装尺寸									
		A	A/2		B	C		D		E	
		基本尺寸	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差
160M	2、4、6、8	254	127	±0.75Ⓜ	210	108	±3.0	48	+0.018	110	±0.43
160L					254				+0.002		
180M	2、4、6、8	279	139.5		241	121		55	+0.030	140	±0.50
180L					279				+0.011		
200M	2、4、6、8	318	159		267	133		60			
200L					305						
225M	2	356	178		311	149		65			
	4、6、8										
250S	2	406	203	±1.00Ⓜ	349	168	±4.0	75			
	4、6、8							65			
250M	2							75			
	4、6、8										
280S	4、6、8	457	228.5		368	190		80		170	
280M	2				419			65		140	
	4、6、8							80		170	

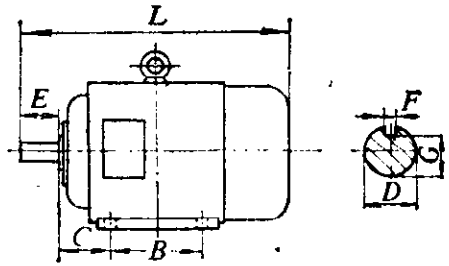


外形尺寸（机座带底脚、端盖上无凸缘）　　mm

及公差									外形尺寸				
F		G		H		K			AB	AC	AD	HD	L
基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	位置度公差					
14	0 -0.043	42.5	0 -0.20	160	0 -0.50	15	+0.43 0	φ1.5Ⓜ	330	380	290	405	540 585
16		49		180					350	420	325	445	595 635
18		53		200		19			400	465	350	495	675 710
		58		225					450	520	395	545	750
20	0 -0.052	67.5		250		24	+0.52 0	φ2.0Ⓜ	510	550	410	600	785 825
18	0 -0.043	58											
20	0 -0.052	67.5											
22		71		280	0 -1.00				570	610	485	655	920 940 970
18	0 -0.043	58											
22	0 -0.052	71											



Y80～Y132



Y160～Y280

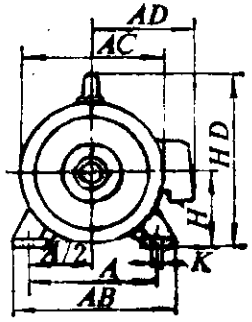


表2-7　Y系列(IP44)电动机安装尺寸和外形尺寸（机座带底脚、端盖上无凸缘）　mm

机座号	极数	安装尺寸及公差											
		A		A/2		B		左右B之差	C		左右C之差	D	
		尺寸	极限偏差	尺寸	极限偏差	尺寸	极限偏差		尺寸	极限偏差		尺寸	极限偏差
80	2、4	125	±0.70	62.5	±0.50	100	±0.70	0.70	50	±1.5	0.30	19	+0.009 -0.004
90S	2、4、6	140		70		100			56			24	
90L						125							
100L	2、4、6	160		80		140			63	±2.0		28	
112M	2、4、6	190		95		140			70				
132S	2、4、6、8	216		108		140			89			38	
132M						178							

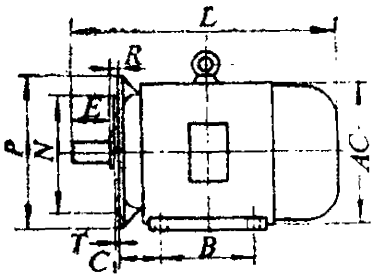
160M	2、4、6、8	254	±1.05	127	±0.75	210	±1.05	1.05	108		0.45	42	+0.018 +0.002
160L						254							
180M	2、4、6、8	279		139.5		241			121	±3.0		48	
180L						279							
200L	2、4、6、8	318		159		305			133			55	
225S	4、8	356		178		286			149			60	
225M	2					311						55	
	4、6、8											60	+0.030 +0.011
250M	2	406		203		349			168			65	
	4、6、8												
280S	2	457	±1.40	228.5	±1.00	368	±1.40	1.40	190	±4.0	0.60	75	
	4、6、8												
280M	2					419						65	
	4、6、8											75	
315S	2	508		254	±1.00	406			216	±4.0		65	
	4、6、8、10											80	+0.030
315M	2					457						65	+0.011
	4、6、8、10											80	

（续）

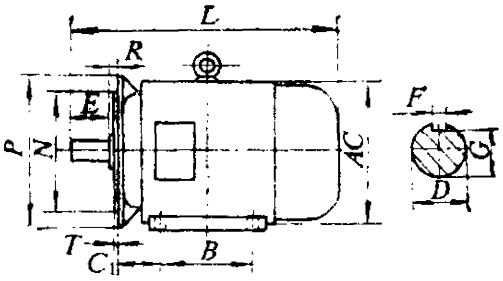
机座号	极数	安装尺寸及公差										外形尺寸				
		E		F		G		H		K		AB	AC	AD	HD	L
		尺寸	极限偏差	尺寸	极限偏差	尺寸	极限偏差	尺寸	极限偏差	尺寸	极限偏差					
80	2、4	40	±0.310	6	0 −0.030	15.5	0 −0.10	80	0 −0.5	10	+0.360 0	165	165	150	170	285
90S	2、4、6	50		8	0 −0.036	20	0 −0.20	90				180	175	155	190	310
90L																335
100L	2、4、6	60	±0.370			24		100		12	+0.430 0	205	205	180	245	380
112M	2、4、6							112				245	230	190	265	400
132S	2、4、6、8	80		10		33		132				280	270	210	315	475
132M																515
160M	2、4、6、8	110	±0.430	12		37		160		15		330	325	255	385	600
160L																645
180M	2、4、6、8			14		42.5		180				355	360	285	430	670
180L																710

200L	2、4、6、8			16		49		200				395	400	310	475	775
225S	4、8	140	±0.500	18		53		225		19		435	450	345	530	820
225M	2	110	±0.430	16	0 −0.043	49										815
	4、6、8	140	±0.500	18		53										845
250M	2							250		24	+0.520 0	490	495	385	575	930
	4、6、8					58										
280S	2							280	0 −1.0			550	555	410	640	1000
	4、6、8			20	0 −0.052	67.5										
280M	2			18	0 −0.043	58										1050
	4、6、8			20	0 −0.052	67.5										
315S①	2	140	±0.50	18	0 −0.043	58	0 −0.20	315	0 −1.0	28	+0.52 0	744	645	576	865	1190
	4、6、8、10	170		22	0 −0.052	71										1220
315M①	2	140		18	0 −0.043	58										1240
	4、6、8、10	170		22	0 −0.052	71										1270

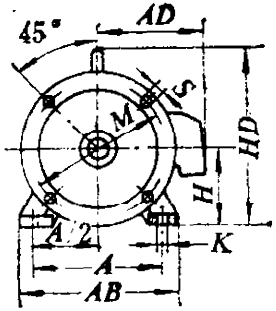
注：当电动机的轴伸掉头装配时，左右（$B+C$）之差应符合左右 C 之差的限值。



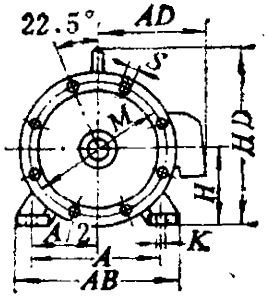
Y 80～Y 132



Y 160～Y 280



Y 80～Y 200



Y 225～Y 315

表2-8　Y系列(IP44)电动机安装尺寸和外形尺寸（机座带底脚，端盖上有凸缘）　　mm

机座号	极数	安装尺寸及公差																	
		A		*A*2		*B*		左右*B*之差	C_1		左右C_1之差	*D*		*E*		*F*		*G*	
		尺寸	极限偏差	尺寸	极限偏差	尺寸	极限偏差		尺寸	极限偏差		尺寸	极限偏差	尺寸	极限偏差	尺寸	极限偏差	尺寸	极限偏差
80	2、4	125	±0.70	62.5	±0.50	100	±0.70	0.70	50	±0.70	0.30	19	+0.009 −0.004	40	±0.310	6	0 −0.030	15.5	0 −0.10
90S	2、4、6	140		70		100			56			24		50		8	0 −0.036	20	
90L						125													
100L	2、4、6	160		80		140			63			28		60	±0.370			24	
112M	2、4、6	190		95		140			70										
132S	2、4、6、8	216		108		140			89			38		80		10		33	
132M						178													

160M	2、4、6、8	254	±1.05	127	±0.75	210	±1.05	1.05	108	±1.05	0.45	42	+0.018	110	±0.430	12	0 −0.043	37	0 −0.20	
160L						254														
180M	2、4、6、8	279		139.5		241			121			48	+0.002			14		42.5		
180L						279														
200L	2、4、6、8	318		159		305			133			55				16		49		
225S	4、8	356		178		286			149			60		140	±0.500	18		53		
225M	2					311						55		110	±0.430	16		49		
	4、6、8											60				18		53		
250M	2			203		349			168				+0.030							
	1、6、8											65	+0.011					58		
280S	2		±1.40		±1.00	368	±1.40	1.40		±1.40	0.60			140	±0.500					
	4、6、8	457		228.5					190			75				20	0 −0.052	67.5		
280M	2					419						65				18	0 −0.043	58		
	4、6、8											75				20	0 −0.052	67.5		
315S	2	508		254	±1.00	406			216	±4.0		65		140	±0.5	18	0 −0.043	58		
	4、6、8、10											80	+0.030	170		22	0 −0.052	71	0 −0.20	
315M	2					457						65	+0.011	140		18	0 −0.043	58		
	4、6、8、10											80		170		22	0 −0.052	71		

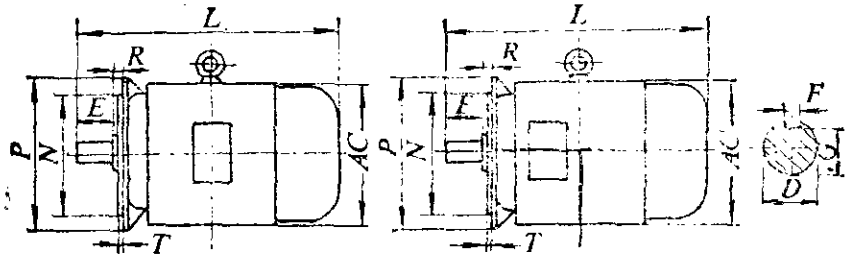
（续）

机座号	极数	安装尺寸及公差														外形尺寸				
		H		K		M	N		P	R	S		S 孔对称其公位置偏差	T		凸缘孔数	AB	AC	AD	HD	L
		尺寸	极限偏差	尺寸	极限偏差		尺寸	极限偏差			尺寸	极限偏差		尺寸	极限偏差						
80	2、4	80															165	165	150	170	285
90S	2、4、6	90		10	+0.360 0	165	130	+0.011 −0.014	200		12		0.50	3.5			180	175	155	190	310
90L																					335
100L	2、4、6	100				215	180		250			+0.430 0					205	205	180	245	380
112M	2、4、6	112		12							15			4			245	230	190	265	400
132S	2、4、6、8	132			+0.430 0	265	230		300							4	280	270	210	315	475
132M																					515
160M	2、4、6、8	160	0 −0.5	15		300	250	+0.016 −0.013	350	0					0 −0.120		330	325	255	385	600
160L																					645
180M	2、4、6、8	180															355	360	285	430	670
180L																					710

200L	2、4、6、8	200		19		350	300	± 0.016	400		19	+ 0.520 0	0.75	5		8	395	400	310	475	775
225S	4、8	225				400	350	± 0.018	450								435	450	345	530	820
225M	2																				815
	4、6、8																				845
250M	2	250		24	+ 0.520 0												490	495	385	575	930
	4、6、8																				
280S	2	280	0 -1.0			500	450	± 0.020	550								550	555	410	640	1000
	4、6、8																				
280M	2																				1050
	4、6、8																				
315S	2	315	0 -1.0	28	+ 0.520 0	600	550	± 0.022	660	0	24	+ 0.520 0	1.0	6	0 -0.150	8	744	645	756	865	1190
	4、6、8、10																				1220
315M	2																				1240
	4、6、8、10																				1270

注：① 当电动机的凸缘接头装配时，左右（$B + C_1$）之差值应符合左右C_1之差的限值；

② R尺寸极限偏差应不超过 ± 2。

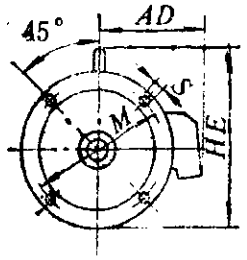


Y 80～Y 132　　Y 160～Y 225

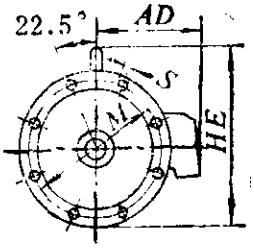
表2-9　Y系列(IP44)电动机安装及外形尺寸

机座号	极数	安装尺寸									
		D		E		F		G		H	
		尺寸	极限偏差	尺寸	极限偏差	尺寸	极限偏差	尺寸	极限偏差		尺寸
80	2、4	19	+0.009 −0.004	40	±0.310	6	0 −0.030	15.5	0 −0.10	165	130
90S	2、4、6	24		50		8	0 −0.036	20	0 −0.20		
90L											
100L	2、4、6	28		60	±0.370			24		215	180
112M	2、4、6										
132S	2、4、6、8	38	+0.018 +0.002	80		10		33		265	230
132M											
160M	2、4、6、8	42		110	±0.430	12		37		300	250
160L											
180M	2、4、6、8	48				14	0 −0.043	42.5			
180L											
200L	2、4、6、8	55	+0.030 +0.011			16		49		350	300
225S	4、8	60		140	±0.500	18		53		400	350
225M	2	55		110	±0.430	16		49			
	4、6、8	60		140	±0.500	18		53			

注：R尺寸极限偏差应不超过±2。



Y80～Y200



Y225

（机座不带底脚，（端盖上有凸缘）　　mm

反		公		差							外形尺寸			
N		*P*	*R*	*S*		*S* 孔对其公称位置偏差	*T*		凸缘孔数	*AC*	*AD*	*HE*	*L*
极限偏差				尺寸	极限偏差		尺寸	极限偏差					
										165	150	185	285
		200		12		0.50	3.5			175	155	195	310～335
+0.014 −0.011					+0.430 0								
		250								205	180	245	380
				15			4			230	190	265	400
		300								270	210	315	475～515
			0					0 −0.120	4				
+0.016 −0.013		350				0.75				325	255	385	600～645
				19	+0.520 0		5			360	285	430	670～710
±0.016		400								400	310	480	775
													820
±0.018		450							8	450	345	535	815～845

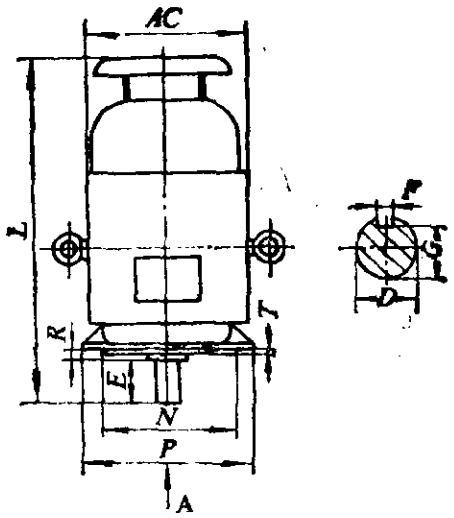
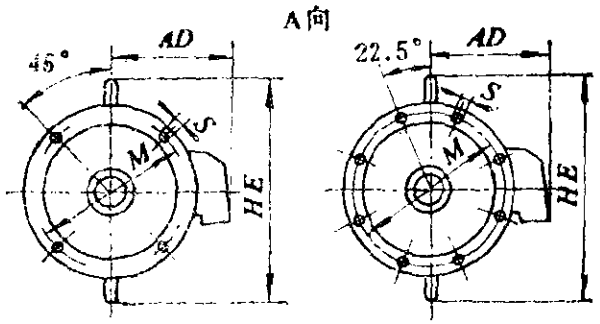


表2-10　Y系列(IP44)电动机安装尺寸及外形尺寸表（立式

机座号	极数	安装尺寸 D 尺寸	D 极限偏差	E 尺寸	E 极限偏差	F 尺寸	F 极限偏差	G 尺寸	G 极限偏差	M	尺寸
180M 180L	2、4、6、8	48	+0.018 +0.002	110	±0.430	14		42.5		300	250
200L	2、4、6、8	55				16		49		350	300
225S	4、8	60		140	±0.500	18		53			
225M	2	55		110	±0.430	16	0 −0.043	49	0 −0.20	400	350
	4、6、8	60				18		53			
250M	2		+0.030 +0.011								
	4、6、8	65						58			
280S	2			140	±0.500					500	450
	4、6、8	75				20	0 −0.052	67.5			
280M	2	65				18	0 −0.043	58			
	4、6、8	75				20	0 −0.052	67.5			
315S	2	65		140		18	0 −0.043	58			
	4、6、8、10	80		170	±0.5	22	0 −0.052	71	0 −0.2	600	550
315M	2	65	+0.030 +0.011	140		18	0 −0.043	58			
	4、6、8、10	80		170		22	0 −0.052	71			

注：R尺寸极限偏差应不超过±2。



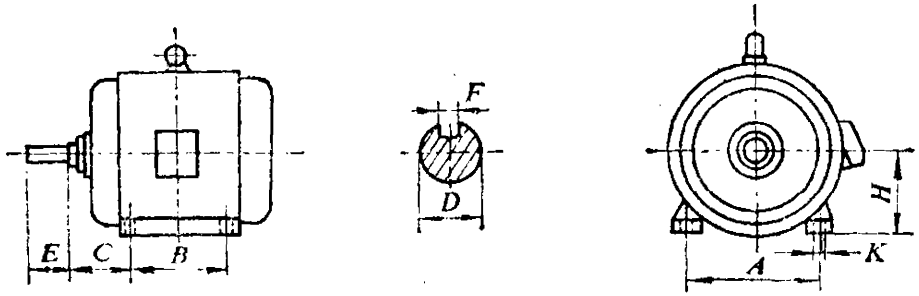
Y 180～Y 200　　Y 225～Y315

安装，机座不带底脚，端盖上有凸缘，轴伸向下）　　mm

及公差								外形尺寸			
N 极限偏差	P	R	S 尺寸	S 极限偏差	S孔对其公称位置偏差	T 尺寸	T 极限偏差	凸缘孔数	AC	AD	HE	L
±0.016 ±0.013	350	0	19	+0.520 0	0.75	5	0 −0.120	4	360	285	500	730 770
±0.016	400								400	310	550	850
±0.018	450							8	450	345	610	910 905 935
±0.020	550								495 555	385 410	650 720	1035 1120 1170
±0.022	660	0	24	+0.520 0		6	0 −0.15	8	645	576	900	1310 1340 1360 1390

2.2.4 Y系列电动机的主要安装尺寸与同功率的J2、JO2系列对照表

表2-11 同功率Y系列（IP23）和J2系列电动机主要安装尺寸表



（a）2极

功率（kW）	机座号	型号	主要安装尺寸（mm）								重量（kg）
			A	B	C	D	E	F	H	K	
15	160M/—	Y160M-2/—	254/—	210/—	108/—	48/—	110/—	14/—	160/—	15/—	/—
18.5/17	160L/61	Y160L1-2/J2 61-2	254/279	254/203	108/121	48/42	110	14/12	160/180	15/16	/131
22	160L/62	Y160L2-2/J2 62-2	254/279	254/241	108/121	48/42	110	14/12	160/180	15/16	160/142
30	180M/71	Y180M-2/J2 71-2	279/356	241/286	121/149	55/48	110	16/14	180/225	15/20	/197
37/40	180L/72	Y180L-2/J2 72-2	279/356	279/311	121/149	55/48	110	16/14	180/225	15/20	220/220
45/—	200M/—	Y200M-2/—	318/—	267/—	133/—	60/—	140/—	18/—	200/—	19/—	/—
55	200L/81	Y200L-2/J2 81-2	318/406	305/311	133/168	60	140	18	200/250	19/25	305/310
75	225M/82	Y225M-2/J2 82-2	356/406	311/349	149/168	60	140	18	225/250	19/25	380/348
90/100	250S/91	Y250S-2/J2 91-2	406/457	311/368	168/190	65/70	140	18/20	250/280	24/25	/490

110/125	250M/92	Y250M-2/J2 92-2	406/457	349/419	168/190	65/70	140	18/20	250/280	24/25	465/578
132/—	280M/—	Y280M-2/—	457/—	419/—	190/—	65/—	140/—	18/—	280/—	24/—	750/—

（b） 4 极

功率 (kW)	机座号	型号	主要安装尺寸 (mm)								重量 (kg)
			A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*H*	*K*	
11/—	160M/—	Y160M-4/—	254/—	210/—	108/—	48/—	110/—	14/—	160/—	15/—	/—
15/13	160L/61	Y160L1-4/J2 61-4	254/279	254/203	108/121	48/42	110	14/12	160/180	15/16	/131
18.5/17	160L/62	Y160L2-4/J2 62-4	254/279	254/241	108/121	48/42	110	14/12	160/180	15/16	160/145
22	180M/71	Y180M-4/J2 71-4	279/356	241/286	121/149	55/48	110	16/14	180/225	15/20	/200
30	180L/72	Y180L-4/J2 72-4	279/356	241/311	121/149	55/48	110	16/14	180/225	15/20	230/225
37/40	200M/81	Y200M-4/J2 81-4	318/406	267/311	133/168	60	140	18	200/250	19/20	/305
45/—	200L/—	Y200L-4/—	318/—	305/—	133/—	60/—	140/—	18/—	200/—	19/—	310/—
55	225M/82	Y225M-4/J2 82-4	356/406	311/349	149/168	65/60	110	18	225/250	19/25	380/348
75	250S/91	Y250S-4/J2 91-4	406/457	311/368	168/190	75/70	140	20	250/280	24/25	/467
90/100	250M/92	Y250M-4/J2 92-4	406/457	368/419	168/190	75/70	140	20	250/280	24/25	490/515
110/—	280S/—	Y280S-4/—	457/—	368/—	190/—	80/—	170/—	22/—	280/—	24/—	/—
132/—	280M/—	Y280M-4/—	457/—	419/—	190/—	80/—	170/—	22/—	280/—	24/—	820/—

（续）

（c） 6极

功率 (kW)	机座号	型号	主要安装尺寸 (mm)								重量 (kg)
			A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*H*	*K*	
7.5	160M/—	Y160M-6/—	254/—	210/—	108/—	48/—	110/—	14/—	160/—	15/—	/—
11/10	160L/61	Y160L-6/J2 61-6	254/279	254/203	108/121	48/42	110	14/12	160/180	15/16	150/129
15/13	180M/62	Y180M-6/J2 62-6	279	241	121	55/42	110	16/12	180	15/16	/142
18.5/17	180L/71	Y180L-6/J2 71-6	279/356	241/286	121/149	55/48	110	16/14	180/225	15/20	215/210
22	200M/72	Y200M-6/J2 72-6	318/356	267/311	133/149	60/48	140/110	18/14	200/225	19/20	/218
30	200L/81	Y200L-6/J2 81-6	318/406	305/311	133/168	60	140	18	200/250	19/25	295/305
37/40	225M/82	Y225M-6/J2 82-6	356/406	311/349	149/168	65/60	140	18	225/250	19/25	360/348
45/—	250S/—	Y250S-6/—	406/—	311/—	168/—	75/—	140/—	20/—	250/—	24/—	/—
55	250M/91	Y250M-6/J2 91-6	406/457	368	168/190	75/70	140	20	250/280	24/25	465/492
75	280S/92	Y280S-6/J2 92-6	457	368/419	190	80/70	170/140	22/20	280	24/25	/590
90/—	280M/—	Y280M-6/—	457/—	419/—	190/—	80/—	170/—	22/—	280/—	24/—	820/—

（d） 8极

功率 (kW)	机座号	型号	主要安装尺寸 (mm)								重量 (kg)
			A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*H*	*K*	
5.5/—	160M/—	Y160M-8/—	254/—	210/—	108/—	48/—	110/—	14/—	160/—	15/—	/—
7.5	160L/61	Y160L-8/J2 61-8	254/279	254/203	108/121	48/42	110	14/12	160/180	15/16	150/128
11/10	180M/62	Y180M-8/J2 62-8	279	241	121	55/42	110	16/12	180	15/16	/142
15/13	180L/71	Y180L-8/J2 71-8	279/356	241/286	121/149	55/48	110	16/14	180/225	15/20	215/190
18.5/17	200M/72	Y200M-8/J2 72-8	318/356	267/311	133/149	60/48	140/110	18/14	200/225	19/20	/212
22	200L/81	Y200L-8/J2 81-8	318/406	305/311	133/168	60	140	18	200/250	19/25	295/305
30	225M/82	Y225M-8/J2 82-8	356/406	311/349	149/168	65/60	140	18	225/250	19/25	360/348
37/40	250S/91	Y250S-8/J2 91-8	406/457	311/368	168/190	75/70	140	20	250/280	24/25	/490
45/—	250M/—	Y250M-8/—	406/—	368/—	168/—	75/—	140/—	20/—	250/—	24/—	465/—
55	280S/92	Y280S-8/J2 92-8	457	368/419	190	80/70	170/140	22/20	280	24/25	/590
75/—	280M/—	Y280M-8/—	457/—	419/—	190/—	80/—	170/—	22/—	280/—	24/—	820/—

表2-12 同功率Y系列（IP44）和JO 2系列电动机主要安装尺寸

（a） 2极

功率 (kW)	机座号	型号	主要安装尺寸（mm）								重量 (kg)
			A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*H*	*K*	
0.75/0.8	801/11	Y801-2/JO2 11-2	125/140	100	50/56	19/18	40	6/5	80/90	10/11	17/17
1.1	802/12	Y802-2/JO2 12-2	125/140	100/125	50/56	19/18	40	6/5	80/90	10/11	18/19
1.5	90S/21	Y90S-2/JO2 21-2	140/160	100/112	56/63	24/22	50	8/6	90/100	10/11	21/25
2.2	90L/22	Y90L-2/JO2 22-2	140/160	125/140	56/63	24/22	50	8/6	90/100	10/11	26/30
3.0	100L/31	Y100L-2/JO2 31-2	160/190	140	63/70	28	60	8	100/112	12/13	36/40
4.0	112M/32	Y112M-2/JO2 32-2	190	140/159	70	28	60	8	112	12/13	46/45
5.5	132S/41	Y132S1+2/JO2 41-2	216	140	89	38/32	80	10	132	12/13	67/62
7.5	132S/42	Y132S2-2/JO2 42-2	216	140/178	89	38/32	80	10	132	12/13	71/72
11/10	160M/51	Y160M1-2/JO2 51-2	254	210/178	108	42/38	110/80	12	160	15/16	121/95
15/13	160M/52	Y160M2-2/JO2 52-2	254	210	108	42/38	110/80	12	160	15/16	131/110
18.5/17	160L/61	Y160L-2/JO2 61-2	254/279	254/203	108/121	42	110	12	160/180	15/16	145/146
22	180M/71	Y180M-2/JO2 71-2	279/356	241/286	121/149	48	110	14	180/225	15/20	178/228

30	200L/72	Y200L1-2/JO2 72-2	318/356	305/311	133/149	55/48	110	16/14	200/225	19/20	240/259
37/40	200L/82	Y200L2-2/JO2 82-2	318/406	305/349	133/168	55/60	110/140	16/18	200/250	19/25	256/395
45/—	225M/—	Y225M-2/—	356/—	311/—	149/—	55/—	110/—	16/—	225/—	19/—	322/—
55	250M/91	Y250M-2/JO2 91-2	406/457	349/368	68/190	60/70	140	18/20	250/280	24/25	400/556
75	280S/92	Y280S 2/JO2 92-2	457	368/419	190	65/70	140	18/20	280	24/25	535/608
90/100	280M/93	Y280M-2/JO2 93-2	457	419	190	65/70	140	18/20	280	24/25	590/650

（b）4极

功率 (kW)	机座号	型号	主要安装尺寸 (mm)								重量 (kg)
			A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*H*	*K*	
0.55/0.6	801/11	Y801 4/JO2 11-4	125/140	100	50/56	19/18	40	6/5	80/90	10/11	17/18
0.75/0.8	802/12	Y802-4/JO2 12-4	125/140	100/125	50/56	19/18	40	6/5	80/90	10/11	18/19
1.1	90S/21	Y90S-4/JO2 21-4	140/160	100/112	56/63	24/22	50	8/6	90/100	10/13	22/25
1.5	90L/22	Y90L-4/JO2 22-4	140/160	125/140	56/63	24/22	50	8/6	90/100	10/13	26/30
2.2	100L/31	Y100L1-4/JO2 31-4	160/190	140	63/70	28	60	8	100/112	12/13	36/39
3.0	100L/32	Y100L2-4/JO2 32-4	160/190	140/159	63/70	28	60	8	100/112	12/13	39/46
4.0	112M/41	Y112M 4/JO2 41-4	190/216	140	70/89	28/32	60/80	8/10	112/132	12/13	45/62

（续）

功率（kW）	机座号	型号	主要安装尺寸（mm）								重量（kg）
			A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*H*	*K*	
5.5	132S/42	Y132S-4/JO2 42-4	216	140/178	89	38/32	80	10	132	12/13	69/71
7.5	132M/51	Y132M-4/JO2 51-4	216/254	178	89/108	38	80	10/12	132/160	12/16	84/95
11/10	160M/52	Y160M-4/JO2 52-4	254	210	108	42/38	110/80	12	160	15/16	130/110
15/13	160L/61	Y160L-4/JO2 61-4	254/279	254/203	108/121	42	110	12	160/180	15/16	141/164
18.5/17	180M/62	Y180M-4/JO2 62-4	279	241	121	48/42	110	14/12	180	15/16	180/178
22	180L/71	Y180L-4/JO2 71-4	279/356	279/286	121/149	48	110	14	180/225	15/20	198/235
30	200L/72	Y200L-4/JO2 72-4	318/356	305/311	133/149	55/48	110	16/14	200/225	19/20	258/272
37/40	225S/82	Y225S-4/JO2 82-4	356/406	286/349	149/168	60	140	18	225/250	19/25	303/425
45/—	225M/—	Y225M-4/—	356/—	311/—	149/—	60/—	140/—	18/—	225/—	19/—	338/—
55	250M/91	Y250M-4/JO2 91-4	406/457	349/368	168/190	65/70	140	18/20	250/280	24/25	425/538
75	280S/92	Y280S-4/JO2 92-4	457	368/419	190	75/70	140	20	280	24/25	550/625
90/100	280M/93	Y280M-4/JO2 93-4	457	419	190	75/70	140	20	280	24/25	630/670

（c） 6极

功率 (kW)	机座号	型号	主要安装尺寸 (mm)								重量 (kg)
			A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*H*	*K*	
0.75/0.8	90S/21	Y90S 6/JO2 21-6	140/160	100/112	56/63	24/22	50	8/6	90/100	10/13	23/25
1.1	90L/22	Y90L-6/JO2 22-6	140/160	125/140	56/63	24/22	50	8/6	90/100	10/13	26/29
1.5	100L/31	Y100L-6/JO2 31-6	160/190	140	63/70	28	60	8	100/112	12/13	36/38
2.2	112M/32	Y112M-6/JO2 32-6	190	140/159	70	28	60	8	112	12/13	45/45
3.0	132S/41	Y132S-6/JO2 41-6	216	140	89	38/32	80	10	132	12/13	65/63
4.0	132M/42	Y132M1-6/JO2 42-6	216	178	89	38/32	80	10	132	12/13	76/69
5.5	132M/51	Y132M2-6/JO2 51-6	216/254	178	89/108	38	80	10/12	132/160	12/16	85/96
7.5	160M/52	Y160M-6/JO2 52-6	254	210	108	42/38	110/80	12	160	15/16	125/115
11/10	160L/61	Y160L-6/JO2 61-6	254/279	254/203	108/121	42	110	12	160/180	15/16	140/161
15/13	180L/62	Y180L-6/JO2 62-6	279	279/241	121	48/42	110	14/12	180	15/16	185/172
18.5/17	200L/71	Y200L1-6/JO2 71-6	318/356	305/286	133/149	55/48	110	16/14	200/225	19/20	235/230
22	200L/72	Y200L2-6/JO2 72-6	318/356	305/311	133/149	55/48	110	16/14	200/225	19/20	250/260
30	225M/81	Y225M-6/JO2 81-6	356/406	311	149/168	60	140	18	225/250	19/25	303/370
37/40	250M/82	Y250M-6/JO2 82-6	406	349	168	65/60	140	18	250	24/25	403/425
45/—	280S/—	Y280S-6/—	457/—	368/—	190/—	75/—	140/—	20/—	280/—	24/—	527/—
55	280M/91	Y280M-6/JO2 91-6	457	419/368	190	75/70	140	20	280	24/25	585/594

（d） 8极 （续）

功率 (kW)	机座号	型号	主要安装尺寸 (mm)								重量 (kg)
			A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*H*	*K*	
2.2	132S/41	Y132S-8/JO2 41-8	216	140	89	38/32	80	10	132	12/13	65/61
3.0	132M/42	Y132M-8/JO2 42-8	216	178	89	38/32	80	10	132	12/13	76/68
4.0	160M/51	Y160M1-8/JO2 51-8	254	210/178	108	42/38	110/80	12	160	15/16	120/96
5.5	160M/52	Y160M2-8/JO2 52-8	254	210	108	42/38	110/80	12	160	15/16	120/108
7.5	160L/61	Y160L-8/JO2 61-8	254/279	254/203	108/121	42	110	12	160/180	15/16	140/161
11/10	180L/62	Y180L-8/JO2 62-8	279	279/241	121	48/42	110	14/12	180	15/16	185/172
15/13	200L/71	Y200L-8/JO2 71-8	318/356	305/286	133/149	55/48	110	16/14	200/225	19/20	235/232
18.5/17	225S/72	Y225S-8/JO2 72-8	356	286/311	149	60/48	140/110	18/14	225	19/20	276/252
22	225M/81	Y225M-8/JO2 81-8	356/406	311	149/168	60	140	18	225/250	19/25	303/365
30	250M/82	Y250M-8/JO2 82-8	406	349	168	65/60	140	18	250	24/25	402/435
37/40	280S/91	Y280S-8/JO2 91-8	457	368	190	75/70	140	20	280	24/25	520/592
45/—	280M/—	Y280M-8/—	457/—	419/—	190/—	75/—	140/—	20/—	280/—	24/—	581/—

Y系列与老产品比较，新增加了$H80$、$H200$、$H315$三个中心高的机座。其主要安装尺寸与J2，JO2系列比较（以B3结构型式为例），同功率具体规格对照见表2-11和2-12。

2.3 主要性能指标

2.3.1 效率和功率因数

按JB/DQ3097-84和JB3074-82的规定，Y系列(IP23)和(IP44)电动机在功率、电压和频率为额定时，其效率和功率因数的保证值应分别符合表2-13和2-14所列的数值。

表2-13 Y系列(IP23)电动机效率、功率因数限值

功率 (kW)	同步转速 (r/min)							
	3000	1500	1000	750	3000	1500	1000	750
	效率 (%)				功率因数 cosφ			
5.5	--	—	--	83.5	—	—	—	0.73
7.5	--	—	85	85	—	—	0.79	0.73
11	--	87.5	86.5	86.5	—	0.85	0.78	0.74
15	88	88	88	87.5	0.88	0.86	0.81	0.76
18.5	89	89	88.5	88.5	0.89	0.86	0.83	0.78
22	89.5	89.5	89	89	0.89	0.86	0.85	0.78
30	89.5	90.5	89.5	89.5	0.89	0.87	0.85	0.81
37	90.5	90.5	90.5	90	0.89	0.87	0.87	0.80
45	91	91.5	91	90.5	0.89	0.87	0.86	0.80
55	91.5	91.5	91	91	0.89	0.88	0.87	0.80
75	91.5	92	91.5	91.5	0.89	0.88	0.87	0.81
90	92	92.5	92	—	0.89	0.88	0.88	—
110	92.5	92.5	—	—	0.90	0.88	—	—
132	92.5	93	—	—	0.90	0.88	—	—

注：效率用实测杂散损耗的损耗分析法确定。

表2-14　Y系列(IP44)电动机效率、功率因数限值

功率 (kW)	同步转速 (r/min)									
	3000	1500	1000	750	600	3000	1500	1000	750	600
	效率 η (%)					功率因数 $\cos\varphi$				
0.55	—	73.0	—	—	—	—	0.76	—	—	—
0.75	75.0	74.5	72.5	—	—	0.84	0.76	0.70	—	—
1.1	77.0	78.0	73.5	—	—	0.86	0.78	0.72	—	—
1.5	78.0	79.0	77.5	—	—	0.85	0.79	0.74	—	—
2.2	82.0	81.0	80.5	81.0	—	0.86	0.82	0.74	0.71	—
3	82.0	82.5	83.0	82.0	—	0.87	0.81	0.76	0.72	—
4	85.5	84.5	84.0	84.0	—	0.87	0.82	0.77	0.73	—
5.5	85.5	85.5	85.3	85.0	—	0.88	0.84	0.78	0.74	—
7.5	86.2	87.0	86.0	86.0	—	0.88	0.85	0.78	0.75	—
11	87.2	88.0	87.0	86.5	—	0.88	0.84	0.78	0.77	—
15	88.2	88.5	89.5	88.0	—	0.88	0.85	0.81	0.76	—
18.5	89.0	91.0	89.8	89.5	—	0.89	0.86	0.83	0.76	—
22	89.0	91.5	90.2	90.0	—	0.89	0.86	0.83	0.78	—
30	90.0	92.2	90.2	90.5	—	0.89	0.87	0.85	0.80	—
37	90.5	91.8	90.8	91.0	—	0.89	0.87	0.86	0.79	—
45	91.5	92.3	92.0	91.7	91.5	0.89	0.88	0.87	0.80	0.74
55	91.5	92.6	92.0	92.0	92.0	0.89	0.88	0.87	0.80	0.74
75	91.5	92.7	92.8	92.5	92.5	0.89	0.88	0.87	0.81	0.75
90	92.0	93.5	93.2	93.0	—	0.89	0.89	0.87	0.82	—
110	92.5	93.5	93.5	93.3	—	0.89	0.89	0.87	0.82	—
132	93.0	94.0	93.8	—	—	0.89	0.89	0.87	—	—
160	93.5	94.5	—	—	—	0.89	0.89	—	—	—

注：效率用实测杂散损耗的损耗分析法确定。

为了使效率比较符合实际情况，Y系列电动机的效率规定是按实测杂散损耗分析法确定的。Y系列在设计时，对于功率等级较小段的电动机，考虑到其负载持续率与年运行时间低于功率等级较大段的电动机以及受结构空间的限制等因素，适当调低了功率等级较小段中若干规格的电动机的效率，而提高了功率较大段的电动机的效率，使全系列总的效率水平分别保持高于J2和JO2老系列，并达到国外同类型产品的先进水平（见表1-2）。

鉴于设置功率因数补偿装置的费用仅占总费用（运行费用与制造成本之和）的1～3%，为了保持较高的效率水平、改善起动性能和提高有效材料利用率，设计时适当调低了功率因数值，使Y系列(IP23)电动机的功率因数值保持为0.845，Y系列(IP44)的功率因数平均值为0.851，仍然与国外同类电动机的先进水平相当。

2.3.2 起动性能

起动性能包括堵转转矩、堵转电流和起动过程中的最小转矩。Y系列电动机在额定电压下的堵转转矩和堵转电流指标的保证值按JB/DQ3097-84、JB/DQ3204-86和JB3074-82的规定，应分别符合表2-15～表2-18所列的数值。Y系列电动机过程中最小转矩的保证值应不低于0.5倍堵转转矩的保证值(不计及容差)，并应不低于额定转矩。这些保证值比J2、JO2电动机均有较大的提高，与国外同类型电动机的水平相当。

2.3.3 最大转矩

Y系列电动机的最大转矩的标准值比J2、JO2老系列均有所提高，因而对承受冲击载荷的能力也有所增加。按JB/DQ3097-84、JB/DQ3204-86和JB3074-82的规定，电动机在额定电压下，最大转矩对额定转矩之比的保证值，对2极和4极电机为2.2倍，对6.8极和10极电机为2.0倍，已达到国外同类型电机先进水平。

2.3.4 噪声和振动

噪声指标是Y系列电动机一项新增加的考核项目，由于Y系列电动机的设计采取了一系列的相应措施，如在小机座中采用了

表2-15 Y系列(IP23)电动机堵转转矩对额定转矩之比的保证值

功率 (kW)	同步转速 (r/min)			
	3000	1500	1000	750
	堵转转矩/额定转矩			
5.5	—	—	—	2
7.5			2	
11		1.9		1.8
15	1.7	2	1.8	
18.5	1.8			1.7
22	2.0	1.9	1.7	1.8
30	1.7			1.7
37	1.9	2	1.8	1.6
45				1.8
55		1.8		
75	1.8	2		
90	1.7	2.2		—
110		1.7	—	
132	1.6	1.8		

表2-16 Y系列(IP23)电动机堵转电流对额定电流之比的保证值

功率 (kW)	同步转速 (r/min)			
	3000	1500	1000	750
	堵转电流/额定电流			
5.5	—	—	—	6.0
7.5			6.5	
11		7.0		
15	7.0			
18.5				
22				
30				
37				
45				
55				
75				
90				—
110			—	
132				

注：计算堵转电流对额定电流之比时，所采用的额定电流值应按额定功率、额定电压及效率和功率因数的保证值（不计及容差）求得。

表2-17　Y系列(IP44)电动机堵转转矩对额定转矩之比的保证值

功率(kW)	同步转速(r/min)				
	3000	1500	1000	750	600
	堵转转矩/额定转矩				
0.55	—	2.2	—	—	—
0.75	2.2		2.0	—	
1.1					
1.5					
2.2				2.0	
3					
4					
5.5	2.0				
7.5					
11				1.7	
15			1.8	1.8	
18.5		2.0		1.7	
22				1.8	
30			1.7		
37		1.9	1.8		1.4
45					
55		2.0		1.6	
75		1.9	1.6		
90					
110*	1.8	1.8		—	—
132*					
160*			—		

注：有*的规格系$H315$机座，其技术条件已上报待批。

表2-18　Y系列(IP44)电动机堵转电流对额定电流之比的保证值

功率 (kW)	同步转速 (r/min)				
	3000	1500	1000	750	600
	堵转电流/额定电流				
0.55	—	6.5	—	—	—
0.75	7.0		6.0		
1.1					
1.5					
2.2		7.0	6.5	5.5	
3					
4				6	
5.5					
7.5				5.5	
11				6.0	
15					
18.5					
22					
30					
37					6.5
45				6.5	
55					
75					—
90					
110*					—
132*				—	
160*			—		

注：1.计算堵转电流对额定电流之比，所采用的额定电流值应按额定功率。额定电压及效率和功率因数的保证值（不计及容差）求得。

2.有*的规格系*H*315机座，其技术条件已上报待批。

波形弹簧片，改进风扇形状，提高某些关键部件尺寸的精度要求以及采用电机专用轴承等，使Y系列电动机的噪声和振动比J2、JO2老系列有明显的降低。

Y系列(IP44)电动机技术条件考虑到制造厂批量生产的可能性和用户的实际需要，电机噪声分Ⅰ级指标和Ⅱ级指标，Ⅰ级指标水平与西德西门子、BBC公司的同类产品相当；Ⅱ级指标水平一般比IEC规定的噪声限值（除二极电机11～90kW规格低5dB左右外）低10dB。

按JB/DQ3097-84和JB3074-82的规定，Y系列(IP23)和(IP44)电动机在空载时测得的A计权声功率级的噪声数值，应分别符合表2-19和表2-20的规定的限值。

表2-19　Y系列(IP23)电动机空载时噪声限值(A计权)

功率 (kW)	同步转速 (r/min)			
	3000	1500	1000	750
	声功率级 (dB)			
5.5	—	—	—	72
7.5	—	—	78	75
11	—	76		
15	85	80	81	83
18.5				
22				
30	88	87	84	86
37				
45	90	89	87	88
55				
75	92	93	90	91
90	97			—
110			—	—
132	99	96	—	—

表2-20 Y系列(IP44)电动机空载时噪声限值〔A计权〕

功率 (kW)	同步转速 (r/min)									
	3000		1500		1000		750		600	
	声功率级 (dB)									
	1级	2级	1级	2级	1级	2级	1级	2级	1级	2级
0.55	—	—	56	67	—	—	—	—	—	—
0.75	66	71	56	67	56	65	—	—	—	—
1.1	66	71	61	67	56	65	—	—	—	—
1.5	70	75	62	67	62	67	—	—	—	—
2.2	70	75	65	70	62	67	61	66	—	—
3	74	79	65	70	66	71	61	66	—	—
4	74	79	68	74	66	71	64	69	—	—
5.5	78	83	70	78	66	71	64	69	—	—
7.5	78	83	71	78	69	75	67	72	—	—
11	82	87	75	82	70	75	67	72	—	—
15	82	87	77	82	70	78	70	75	—	—
18.5	82	87	77	82	73	78	70	75	—	—
22	87	92	77	82	73	78	70	75	—	—
30	90	95	79	84	76	81	73	78	—	—
37	90	95	79	84	76	81	73	78	—	—
45	90	97	79	84	79	84	73	78	82	87
55	92	97	81	86	79	84	82	87	82	87
75	94	99	85	90	87	92	82	87	82	87
90	94	99	85	90	87	92	82	87	—	—
110	99	104	93	98	87	92	—	—	—	—
132	99	104	96	101	87	92	—	—	—	—
160	99	104	96	101	—	—	—	—	—	—

Y系列电动机的振动限值根据GB755-81规定已采用了振动速度有效值(mm/s)，它比J2，JO2老系列采用的双振幅值（μ）更为合理，更符合实际情况。因为它包括了电机所有振动频率的量，更能体现电机内在的制造质量。按JB/DQ3097-84、JB/DQ3204-86和JB3074-82的规定，Y系列（IP23）和(IP44)电动机在空载时测得的振动速度有效值应不超过表2-21的规定。

表2-21　Y系列（IP23及IP44）电动机空载时振动速度有效值

机座号	H80～132 (2，4，6P)	＞H132～225 (2，4，6，8P) *H315 (4，6，8，10P)	＞H225～280 (2，4，6，8P) *H315 (2P)
振动速度有效值 (mm/s)	1.8	2.8	4.5

注：1.H80～280机座采用GB755-81《电机基本技术要求》中振动限值的N级。
2.H315机座已采用国际电工委员会1982年颁发的IEC72-14文件《中心高为56mm及以上旋转电机的振动-振动强度的测量、评定及限值》的新规定。

2.3.5　电气性能保证值的容差

按JB/DQ3097-84 JB/DQ3204-86和JB3074-82的规定，Y系列电动机的电气性能保证值的容差应符合表2-22的规定。

表2-22　Y系列电动机电气性能保证值的容差表

项号	电气性能名称	容差
1	效率η 额定功率在45kW及以下 额定功率在45kW以上	$-0.15(1-\eta)$ $-0.10(1-\eta)$
2	功率因数 $\cos\varphi$	$-\frac{(1-\cos\varphi)}{6}$，最小为$-0.02$
3	堵转转矩	保证值的－15%
4	最小转矩	保证值的－15%
5	最大转矩	保证值的－10%
6	堵转电流	保证值的＋20%
7	噪声限值	＋3 dB(A)

2.3.6 绕组温升

Y系列电动机采用B级绝缘，允许绕组温升为80K，经批量生产验证，一般均有 10 K以上的温升裕度，足以能满足材料性能和工艺波动的要求，同时也有利于延缓绝缘的老化，提高电机的使用寿命。

表2-23 Y系列（IP44）电动机部分规

机座号		80			90L
规格		0.75kW 4P			1.5kW
厂家（公司）		日本 MEIDEN	西德 SCHORCH	Y系列博山	西德 SCHORCH
效率（实测）	%		64.4	75.7	71.85
效率(杂耗按0.5%PH)	%	74.5	65.05	76.6	72.12
功率因数		0.725	0.778	0.747	0.8118
堵转电流	倍	5.69	3.94	4.71	4.55
堵转转矩	倍	3.28	1.84	2.57	2.0
绕组温升	K	47.4	63.6	50	83.19
噪声(声功率级)	dB	51.5	66.8	55.1	63.7
振动	mm/s	1.0		0.87	1.7
绝缘等级		E	B	B	B
重量	kg	16.5		18	22

机座号		132S		160M		160M
规格		5.5kW 4P		11kW 4P		15kW
厂家（公司）		日本日立 TFOA	Y系列大明	BBC公司 QU	Y系列西安	西德 SCHORCH
效率（实测）	%	—	86.3	84.53	88.17	89.46
效率(杂耗按0.5%PH)	%	86.7	88.1	85.11	89.17	89.9
功率因数		0.852	0.852	0.8391	0.846	0.892
堵转电流	倍	8.136	6.9	7.35	6.699	5.94
堵转转矩	倍	2.953	2.28	2.19	2.13	3.26
绕组温升	K	59.8	52.3	69.7	56	65.2
噪声(声功率级)	dB	—	71.6	75	79.6	90.7
振动	mm/s	—	1.12	0.57	1.15	1.30
绝缘等级		E	B	B	B	B
重量	kg			166	130	114.5

2.4 Y系列电动机主要性能实测值对比

据上海电器科学研究所近年来对从联邦德国、瑞士、日本等国进口样机测试记录，Y系列(IP44)电动机部分规格与国外样机实测性能数据的比较（见表2-23）结果表明，Y系列电动机的效率明显高于国外样机，绕组温升明显低于国外样机，其他诸如功

格与国外样机性能实测数据对比表

	100L		112M		132S	
4*P*	2.2kW 4*P*		4kW 4*P*		5.5kW 2*P*	
Y系列 跃进	BBC公司 QU	Y系列 跃进	BBC公司 QU	Y系列 博山	西德 SCHORCH	Y系列 大明
78.94	72.4	81.11	76.3	86.2	81.9	87.4
79.77	73.065	82.028	77.384	86.77	82.77	88.379
0.79	0.822	0.842	0.827	0.826	0.8629	0.903
5.75	7.657	6.28	6.805	7.42	6.86	7.03
2.81	1.66	2.52	1.876	2.51	2.19	1.91
59.39	91.6	53.67	90.1	55	76	55.7
62.8		72.6		67.5	82.8	81.1
0.65		0.56		1.18	1.15	1.05
B	B	B	B	B	B	B
22					65	69

	160L		180M		180M	
2*P*	15kW 4*P*		18.5kW 4*P*		22kW 4*P*	
Y系列 西安	日本日立 TFOA	Y系列 五一	日本日立 TFOA	Y系列 五一	Siemens ILA4	Y系列 河北
89.77	—	89.2	—	91.46	89.6	92.05
91.15	90.1	90.88	89.9	91.786	90.51	92.47
0.9065	0.914	0.857	0.8805	0.861	0.835	0.886
6.65	—	7	8.5	7.59	6.91	7.88
2.079	—	2.08	2.805	2.59	2.675	2.66
59.6	75.4	66.5	78.8	50	78.9	53.7
86.6	—	71.3		80.8	77.61	80.56
2.2	—	1.8		2.2	1.85	1.8
B	E	B	E	B	B	B
130						

率因数、堵转转矩、噪声、振动等性能指标已与国外同类型电机的水平相当。

2.5 设计参数

2.5.1 定子内外径

Y系列(IP23)与(IP44)电动机定子铁心内外径尺寸与中心高的关系分别见表2-24与2-25。

表2-24 Y系列(IP23)电动机外径尺寸与中心高的关系 mm

中心高		160	180	200	225	250	280	315
定子外径		290	327	368	400	445	493	520
定子内径	2极	160	182	210	225	255	280	300
	4极	187	210	245	260	300	330	350
	6极	205	230	260	285	325	360	375
	8、10极							390

表2-25 Y系列(IP44)电动机外径尺寸与中心高的关系 mm

中心高		80	90	100	112	132	160	180	200	225	250	280	315
定子外径		120	130	155	175	210	260	290	327	368	400	445	520
定子内径	2极	67	72	84	98	115	150	160	182	210	225	255	300
	4极	75	80	98	110	136	170	187	210	245	260	300	350
	6极	—	86	106	120	148	180	205	230	260	285	325	375
	8、10极	—	—	—	—								390

2.5.2 槽配合

Y系列(IP23)与(IP44)电动机定、转子槽配合见表2-26与表2-27。

表2-26 Y系列(IP23)电动机定、转子槽配合

中心高(mm) / 定子槽数/转子槽数 / 极数	160	180	200	225	250	280	315
2	36/28	36/28	36/28	36/28	42/34	42/34	48/40
4	48/44	48/44	48/44	48/44	60/50	60/50	60/50
6	54/44	54/44	54/44	72/58	72/58	72/58	72/58
8	54/50	54/50	54/50	72/58	72/58	72/58	72/58
10	—	—	—	—	—	—	90/72

表2-27　Y系列（IP44）电动机定、转子槽配合

定子槽数/转子槽数 \ 中心高(mm) / 极数	80	90	100	112	132	160
2	18/16	18/16	24/20	30/26	30/26	30/26
4	24/22	24/22	36/32	36/32	36/32	32/26
6	—	36/33	36/33	36/33	36/33	36/33
8	—	—	—	—	48/44	48/44
10	—	—	—	—	—	—

定子槽数/转子槽数 \ 中心高(mm) / 极数	180	200	225	250	280	315
2	36/28	36/28	36/28	36/28	42/34	48/40
4	48/44	48/44	48/44	48/44	60/50	72/64
6	54/44	54/44	54/44	72/58	72/58	72/58
8	54/58	54/58	54/58	72/58	72/58	72/58
10	—	—	—	—	—	90/72

2.5.3　气隙值

Y系列(IP23)与(IP44)电动机气隙长度分别见表2-28和表2-29。表中未列入315机座号10极的气隙长度与8极相同。

表2-28　Y系列（IP23）电动机气隙长度　　mm

中心高	160	180	200	225	250	280	315
2极	0.8	1.0	1.1	1.2	1.5	1.6	1.8
4极	0.55	0.65	0.7	0.8	0.9	1.0	1.4
6极	0.45	0.5	0.5	0.55	0.65	0.7	1.2
8极	0.45	0.5	0.5	0.55	0.65	0.7	1.0

表2-29 Y系列（IP44）电动机气隙长度 mm

中心高	80	90	100	112	132	160	180	200	225	250	280	315
2极	0.3	0.35	0.4	0.45	0.55	0.65	0.8	1.0	1.1	1.2	1.5	1.8
4极	0.25	0.25	0.3	0.3	0.4	0.5	0.55	0.65	0.7	0.8	0.9	1.25
6极		0.25	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.5	0.55	0.65	1.05
8极					0.35	0.4	0.45	0.5	0.5	0.55	0.65	0.9

2.5.4 定子绕组型式

考虑到传统的生产工艺性和机械化下线的可能性，Y系列(IP44)*H*160及以下全部采用单层软绕组。绕组型式按极数和槽数可分为同心式、交叉式和链式三种。为了改善电机起动性能，降低杂耗，提高端部的机械强度，*H*180～315电动机全部采用双层叠绕组。绕组节距除2极电机外选用5/6或接近5/6的跨距。但是对于大功率的2极电机，在满足性能的前提下，根据各厂的工艺习惯，也可采用其他形式的绕组，例如单双层绕组等。

Y系列(IP23)绕组型式选用与Y系列(IP44)*H*180以上相一致。但在*H*315机座中，考虑到电机容量较大，从绕组可靠性和工艺的成熟程度，在设计时，2、4极电机采用定子硬绕组；6极及以上仍采用定子软绕组。

2.5.5 电磁负荷及热负荷

在满足电机性能和温升的前提下，为了充分利用材料，Y系列选用了较高的电密(即电流密度)和磁密(即磁通密度)。但电密不能选用过高，否则将使电机的热稳定性变差。磁密的选用，应尽量避免用在磁化曲线的过饱和段，以适应电压波动和为派生系列设计留有裕度。另外，小机座定子轭部尺寸受机械强度和工艺要求的限制，而且扣片槽和机座对轭部磁路的影响也较大，为避免过大的铁耗，其磁密相对地控制在较低的范围。

Y系列(IP23)和(IP44)电动机由于冷却条件不同，电磁负荷和热负荷的数值也有所不同，其一般范围见表2-30。

表2-30　Y系列电磁负荷控制值

系列		Y(IP44)			Y(IP23)
		H80～112	H132～160	H180以上	
定子齿磁密	T	1.48～1.54	1.45～1.53	1.40～1.54	1.50～1.59
定子轭磁密	T	1.20～1.43	1.00～1.40	1.10～1.45	1.20～1.57
转子齿磁密	T	1.50～1.54	1.35～1.53	1.20～1.57	1.25～1.58
转子轭磁密	T	1.20～1.40	0.50～1.42	0.55～1.54	0.55～1.60
气隙磁密	T	0.60～0.73	0.59～0.75	0.57～0.80	0.73～0.86
定子电密(A/cm²)		5.5～7.0	3.5～5.9	3.2～5.5	5.4～6.6
热负荷		800～1500	920～1300	960～1400	1600～2600

2.6　导电和导磁材料

2.6.1　导电材料

Y系列电机定子绕组采用温度指数为155的厚漆膜聚酯漆包圆铜线（型号为QZ-2），其性能符合GB6109.1-85《漆包圆绕组线一般规定》和GB6109.2-85《漆包圆绕组线——温度指数155的聚酯漆包圆铜线》的规定，见表2-31。

表2-31　聚酯漆包圆铜线尺寸及性能

导线标称直径(mm)	最小漆膜厚度(mm)	最大外径(mm)	偏差①(±mm)	最小伸长率%	铜导体电阻		最小击穿电压(有效值)(V)
					最小值(Ω/m)	最大值(Ω/m)	
0.50	0.045	0.569	0.005	25	0.08462	0.08959	4000
0.53	0.046	0.601	0.005	26	0.07539	0.07965	4000
0.56	0.047	0.632	0.006	26	0.06736	0.07153	4000
0.60	0.049	0.679	0.006	27	0.05876	0.06222	4000
0.63	0.050	0.706	0.006	27	0.05335	0.05638	4000
0.67	0.051	0.748	0.006	28	0.04722	0.04979	4000
0.71	0.053	0.790	0.007	28	0.04198	0.04442	4400
0.75	0.054	0.832	0.008	28	0.03756	0.03987	4400
0.80	0.056	0.885	0.008	28	0.03305	0.03500	4400
0.85	0.058	0.937	0.009	28	0.02925	0.03104	4700
0.90	0.060	0.990	0.009	29	0.02612	0.02765	4700
0.95	0.061	1.041	0.010	29	0.02342	0.02484	4900
1.00	0.063	1.093	0.010	30	0.02116	0.02240	4900
1.06	0.064	1.155	0.011	30	0.01881	0.01995	4900
1.12	0.065	1.217	0.011	30	0.01687	0.01785	5100
1.18	0.066	1.279	0.012	31	0.01519	0.01609	5100
1.25	0.067	1.351	0.013	31	0.01353	0.01435	5100
1.32②	0.068	1.423	0.013	32	0.01214	0.01285	5300
1.40	0.069	1.506	0.014	32	0.01079	0.01143	5300
1.50	0.070	1.608	0.015	32	0.009402	0.009955	5300
1.60	0.071	1.711	0.016	32	0.008237	0.008749	5500
1.70	0.072	1.813	0.017	32	0.007320	0.007750	5500

① 偏差——在导体每个截面上测量的最大读数和最小读数之最大差值。

② Y系列设计时采用老标准，该数值为φ1.30（GB1193-74）。

2.6.2 导磁材料

Y系列电机采用DR510-50热轧硅钢片，性能符合GB5212-85《电工用热轧硅钢薄钢板》的规定。

（1）钢板的尺寸允许偏差符合表2-32的规定。

表2-32 钢板的尺寸允许偏差 mm

钢板厚度	厚度偏差	宽度偏差	长度偏差	同板差
0.50	±0.05	≤750：+8 >750：+10	≤1500：+25 >1500：+30	0.06

（2）钢板的不平度规定如下：

甲级——不大于6 mm；

乙级——不大于12mm；

丙级——不大于17 mm。

（3）电磁性能符合表2-33的规定。

（4）

表2-33 钢板的电磁性能

厚度 (mm)	最小磁通密度(T)			最大铁耗(W/kg)	
	B_{25}	B_{50}	B_{100}	$P_{10/50}$	$P_{15/50}$
0.50	1.54	1.64	1.76	2.10	5.10

DR510-50热轧硅钢片典型的磁化曲线和铁损曲线如图2-3和2-4。

（4）

表2-34 新旧牌号对照表

新牌号	旧牌号①	钢板厚度
DR530-50	D22	0.5
DR510-50	D23	0.5
DR490-50	D24	0.5

① 旧牌号的标准号为YB-73-70《电工用热轧硅钢薄板》

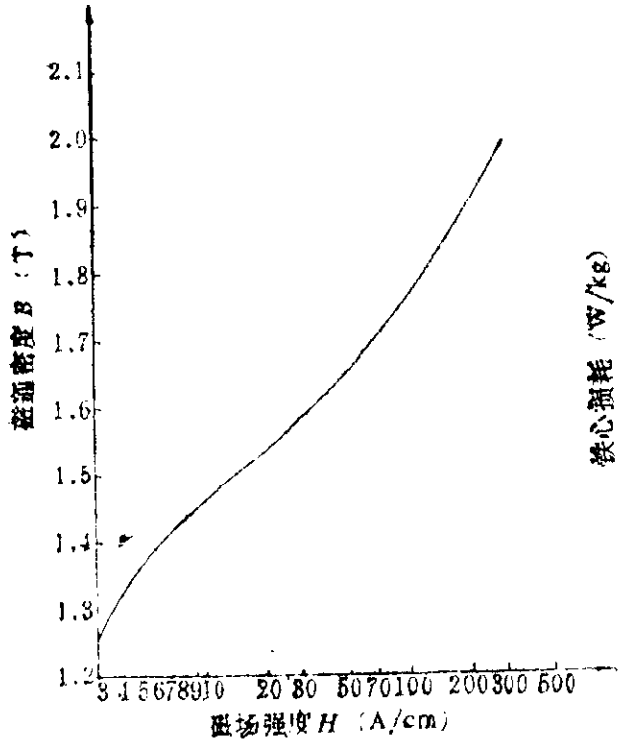


图2-3 DR510-50硅钢片磁化曲线

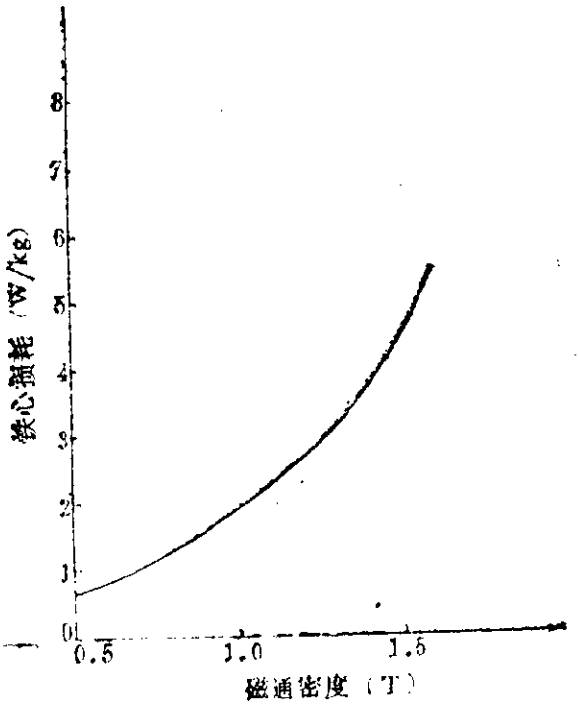


图2-4 DR510-50铁心损耗

2.7 定子绕组绝缘结构及绝缘规范

2.7.1 绝缘结构

H80～160 机座为单层绕组，绝缘结构见图 2-5。H180～315 机座为双层绕组，绝缘结构见图 2-6。

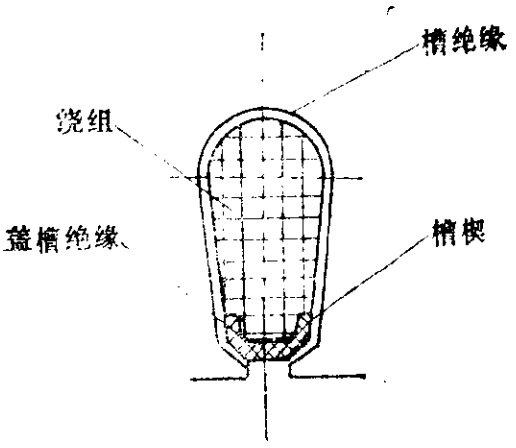


图2-5 定子单层绕组绝缘结构图

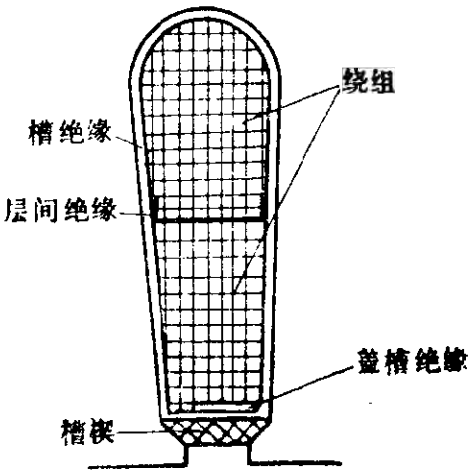


图2-6 定子双层绕组绝缘结构图

2.7.2 绝缘规范

（1）槽绝缘

采用复合绝缘材料“DMDM”或“DMD”，具体规范如表2-35。

表2-35　Y系列定子绕组槽绝缘规范　　mm

外壳防护等级	中心高	槽绝缘形式及总厚度				槽绝缘均匀伸出铁心二端长度
		“DMDM”	“DMD+M”	“DMD”①	“DMD+DMD”	
IP44	80～112	0.25	0.25 (0.20+0.05)	0.25		6～7
	132～160	0.30	0.30 (0.25+0.05)			7～10
	180～280	0.35	0.35 (0.30+0.05)			12～15
	315	0.50			0.50 (0.20+0.30)	20
IP23	160～225	0.35	0.35 (0.30+0.05)			11～12
	250～280		0.40 (0.35+0.05)		0.40 (0.20+0.20)	12～15

① 0.25mmDMD其中间层薄膜厚度为0.07mm；D—聚酯纤维无纺布；M—6020聚酯薄膜（JB1256-77）。

（2）相间绝缘

绕组端部相间垫入与槽绝缘相同的复合绝缘材料（DMDM或DMD）。

（3）层间绝缘

当采用双层绕组时，同槽上、下两层线圈之间垫入与槽绝缘相同的复合绝缘材料（DMDM或DMD）作为层间绝缘。

（4）槽楔

采用成型“MDB”复合槽楔或新型的引拔槽楔或*3240环氧酚醛层压玻璃布板(GB1303-77)。中心高H80～280机座电动机用厚度为0.5～1.0mm成型槽楔或引拔槽楔，或厚度为2 mm的*3240板；H 315机座电动机用厚度为3 mm的*3240板成型或引拔槽楔，其长度和相应槽绝缘相同，*3240板槽楔的长度比相应槽绝缘短4～6 mm，槽楔下垫入长度与槽绝缘相同的盖槽绝缘。

（5）引接线

采用JBQ型丁腈橡胶电缆(JB1171-76)，引接线接头处用厚0.15mm的醇酸玻璃漆布带(GB1308-77)或聚酯薄膜带（JB1265-77)，将电缆和线圈连接处半迭包一层，外部再套醇酸玻璃漆管（JB1551-75）一层。如无大规格醇酸玻璃漆管，线圈连接处可用醇酸玻璃漆布带半迭包两层，外部再用0.1mm无碱玻璃纤维带半迭包一层。

（6）端部绑扎

1）中心高为H80～132机座的电动机，定子端部每两槽绑扎一道；中心高为H160～315mm的电动机，定子端部每一槽绑扎一道。

2）中心高为H180mm的2极及H200～315mm的2、4极的电动机，定子绕组鼻端用无碱玻璃纤维带半迭包一层。

3）中心高为H315mm的2极电动机，定子绕组端部外端用无纬玻璃带绑扎一层。

4）在有引接线的一端应把电缆和接头处同时绑扎牢，必要时应在此端增加绑扎层数。

5）绑扎用材料为电绝缘用的聚酯纤维编织套管（或编织带)，或者用无碱玻璃纤维带（或套管)。

（7）半成品检验

定子白胚完工后（在浸漆前）需经过2260V/min的绝缘介电强度试验。

（8）绝缘漆浸烘处理

浸渍漆为#1032(JB2718-80)时，采用二次沉浸处理工艺，采用EIU、319-2等环氧聚酯类无溶剂漆时，沉浸一次。浸烘工艺参照3.6节进行。

2.8 结　　构

2.8.1 主要零部件组成

电动机由下列主要零部件组成。电动机典型结构见图2-7和2-8。

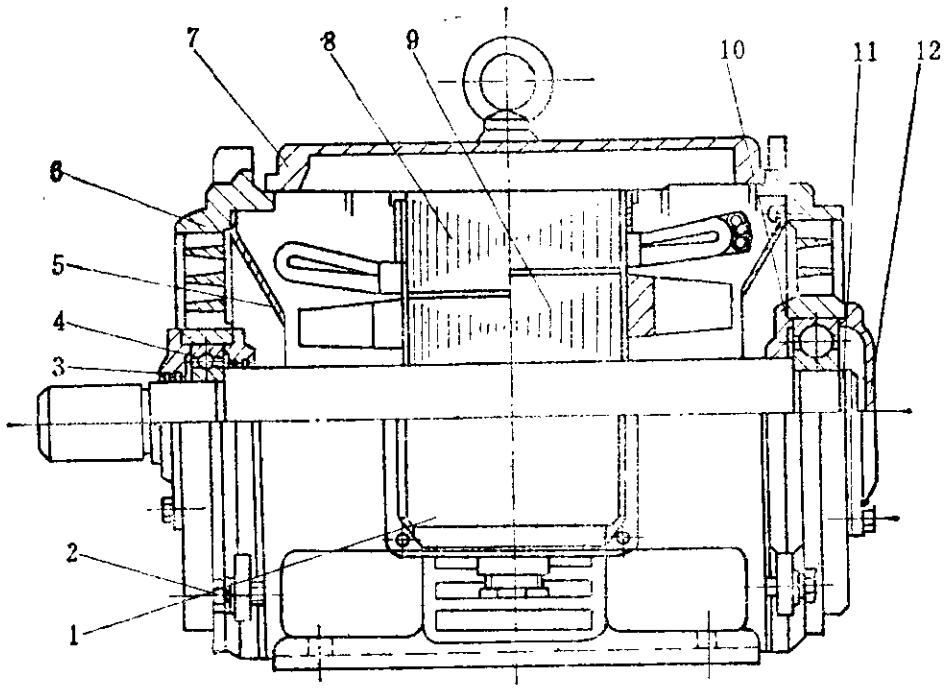


图2-7　Y系列(IP23)典型结构图

1—接线盒　2—紧固件　3—轴承外盖　4—轴承　5—挡风板
6—端盖　7—机座　8—定子铁心　9—转子　10—轴承内盖
11—轴用挡圈　12—轴承外盖

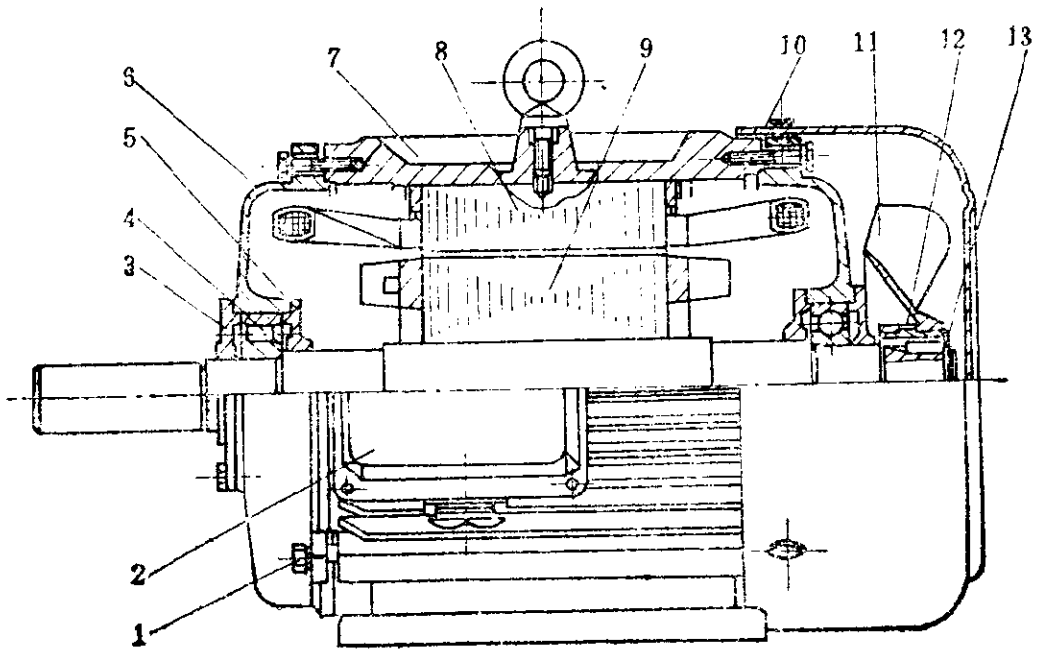
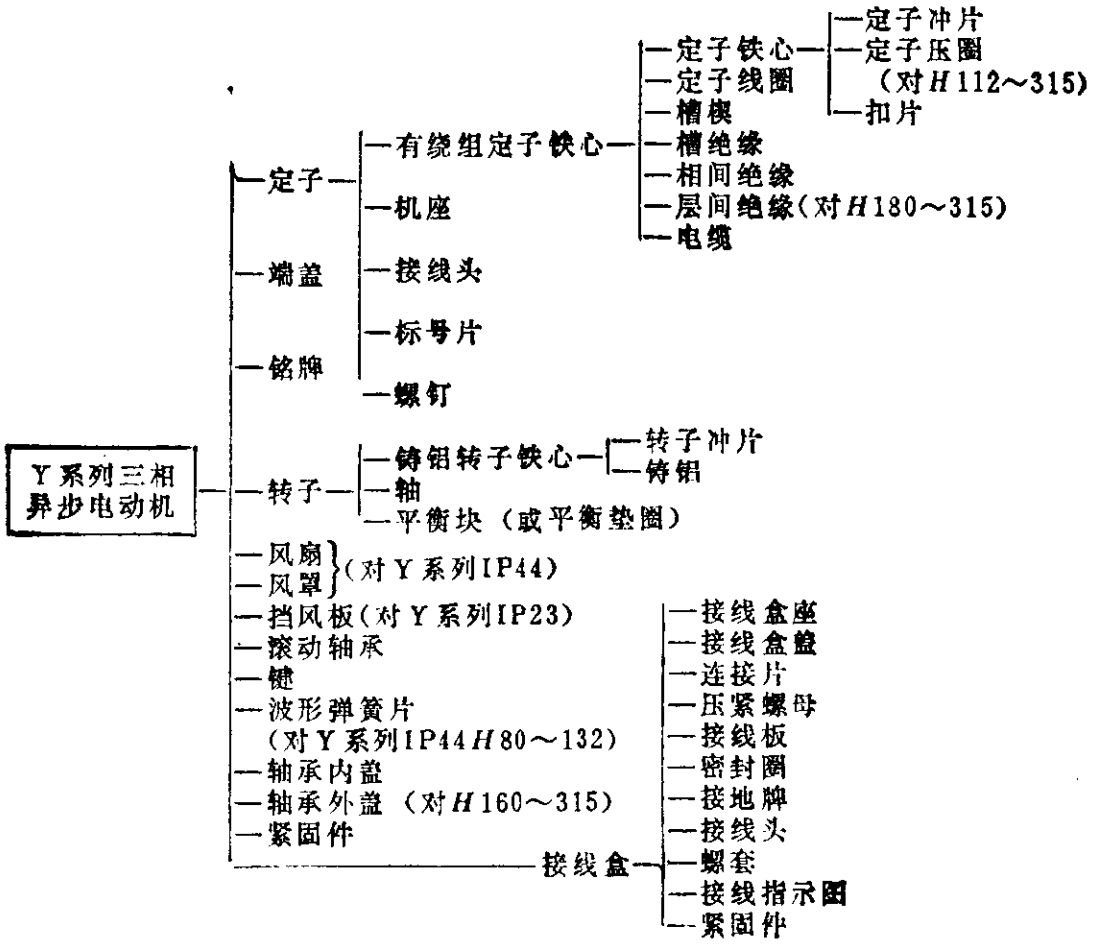


图2-8　Y系列(IP44)典型结构图

1—紧固件　2—接线盒　3--轴承外盖　4—轴承　5—轴承内盖
6—端盖　7—机座　8—定子铁心　9—转子　10—风罩　11—风
扇　12—键　13—轴用挡圈



2.8.2 主要零部件结构的选型

（1）机座

机座选型时考虑了受力变形、通风散热以及工艺性等因素，并满足对防护型式、冷却方式和安装型式的要求。机座材料采用灰铸铁。底脚设有加强筋。机座壁厚为7～15mm，机械强度较好。对$H160$及以下机座适合于机械化造型和专用设备金加工。Y系列（IP23）机座考虑了径向通风，在机座两侧开设出风口，通风效果好。Y系列（IP44）机座有辐射型分布的散热片，散热效果好。机座的主要尺寸见表2-36。

（2）端盖

端盖是支承轴承并承受径向和轴向负荷的重要部件，由灰铸铁铸成。其上设有加强筋，以保证足够的机械强度。结构符合外壳防护等级的要求。对Y系列（IP44）$H80$～132机座的端盖与外轴承盖铸成一体，具有装配方便，节省工时等优点。端盖与机

表2-36 机座主要尺寸

mm

中心高	壁厚		脚厚		止口直径		与端盖紧固用螺栓孔直径和孔数		与端盖紧固用螺栓孔距直径		吊环螺钉规格	
	IP23	IP44	IP23	IP44	IP23	IP44	IP23	IP44	IP23	IP44	IP23	IP44
80		7		10		ϕ123		M6×3		ϕ137		—
90		7		12		ϕ133		M6×3		ϕ152		
100	—	7	—	14	—	ϕ158	—	M6×3	—	ϕ174	—	M8
112		7.5		15		ϕ178		M8×3		ϕ196		M8
132		8		18		ϕ215		M8×3		ϕ234		M10
160	7	9	20	20	ϕ297	ϕ263	M10×4	M8×4	ϕ326	ϕ286	M12	M12
180	8	10	22	22	ϕ335	ϕ297	M12×4	M10×4	ϕ367	ϕ326	M12	M12
200	8	11	25	25	ϕ378	ϕ335	M12×4	M12×4	ϕ414	ϕ367	M16	M16
225	9	12	28	28	ϕ410	ϕ378	M12×4	M12×4	ϕ450	ϕ414	M16	M16
250	9	13	30	32	ϕ456	ϕ410	M12×4	M12×4	ϕ500	ϕ450	M20	M16
280	10	14	35	35	ϕ504	ϕ456	M12×4	M12×4	ϕ542	ϕ500	M20	M20
315	14	15	45	45	ϕ528	ϕ528	M12×8	M12×8	ϕ560	ϕ560	M30	M30

座相配合的止口配合面、轴承室内表面等部位的尺寸公差、形状和位置公差的选用是保证电机气隙均匀度和噪声振动的关键。端盖的主要结构参数见表2-37。

表2-37 端盖的主要尺寸 mm

中心高	止口直径		轴承室内径		与机座紧固用螺栓通孔直径和数量		与机座紧固用螺栓通孔间距直径	
	IP23	IP44	IP23	IP44	IP23	IP44	IP23	IP44
80		φ123		φ47		φ7×3		φ137
90		φ133		φ52		φ7×3		φ152
100	—	φ158	—	φ62	—	φ7×3	—	φ174
112		φ178		φ72		φ10×3		φ196
132		φ25		φ90		φ10×3		φ234
160	φ297	φ263	φ100	φ100	φ12×4	φ10×4	φ326	φ286
180	φ335	φ297	φ130	φ120	φ15×4	φ12×4	φ367	φ326
200	φ378	φ335	φ140	φ130	φ15×4	φ15×4	φ414	φ367
225	φ410	φ378	φ150	φ140	φ15×4	φ15×4	φ450	φ414
250	φ456	φ410	φ150	φ150	φ15×4	φ15×4	φ500	φ450
280	φ504	φ456	φ190	φ150/φ180①	φ15×4	φ15×4	φ542	φ500
315	φ555	φ528	φ170/φ200	φ170/φ200	φ19×4	φ15×8	φ580	φ560

① 分子为2极电机的尺寸，分母为4、6、8、10极电机的尺寸。

（3）轴承及轴承结构

Y系列电动机采用的轴承规格，应根据规定的传动方式（皮带传动和正齿轮传动）计算出轴承的寿命后进行选择。计算时考虑了轴向磁拉力和其他偶然因素所引起的轴向负荷对轴承寿命的影响。轴承寿命的保证值见表2-38。

为了降低噪声和振动，全系列采用电机专用轴承。对Y系列（IP44）*H*80～132机座，采用全封闭密封轴承；对*H* 160及以上机座2极电机，采用单列向心球轴承；对4、6、8极传动端，采用向心短圆柱轴承；非传动端采用单列向心球轴承。有些厂家

表2-38 轴承寿命保证值

	轴承受力情况	轴承寿命(h)
传动端轴承	传动带拉力为水平方向（传动带拉力方向与转子重量方向成90°角）	10000
非传动端轴承	传动带拉力为垂直向下（传动带拉力方向与转子重量方向相同）	5000
	传动带拉力为垂直向上（传动带拉力方向与转子重量方向相反）	10000
非传动端轴承	立式安装时，皮带拉力与转子轴向方向成90°角	10000

为了降低电机的噪声，在不影响轴承使用寿命的条件下，在*H*160及以上机座4、6、8极传动端也采用了单列向心球轴承。Y系列采用的轴承规格和轴承的振动限值（加速度）见表2-39。

轴承结构与电机的噪声、振动以及使用可靠性等参数有直接的关系。在Y系列电动机的轴承结构中，对*H*80～132机座，传动端的轴承外圈采用波形弹簧片增加轴向预压力，以调节轴承的径向游隙，利于消除转子的轴向振动，并有缓冲作用（见图2-9a）。对*H*160～315机座非传动端轴承，采用轴用档圈将轴承轴向固定，以保证其可靠承受轴向负荷的能力（见图2-9b）。对*H*315机座轴承结构设有注油孔。

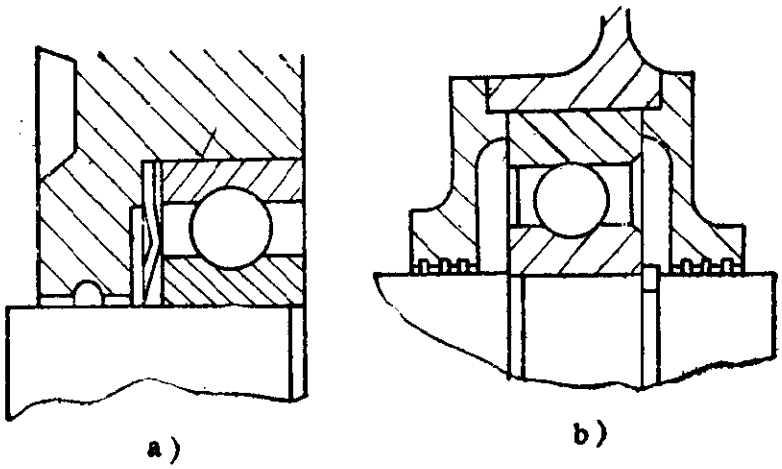
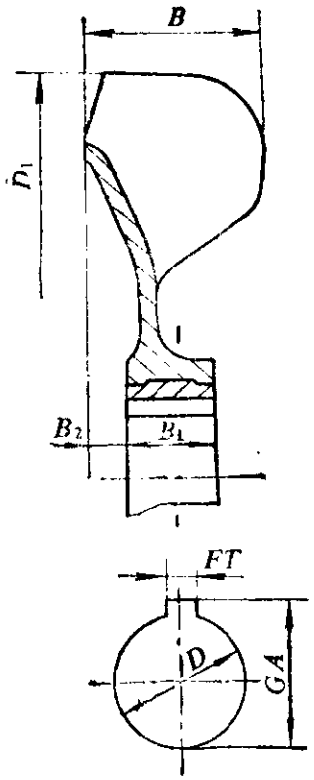


图2-9 轴承结构

表2-39 轴承规格和振动限值 dB

中心高（mm）	极数	Y系列(IP23)				Y系列(IP44)			
		传动端		非传动端		传动端		非传动端	
		规格	振动值	规格	振动值	规格	振动值	规格	振动值
80	2，4	—	—	—	—	$180204Z_1$	43	$180204Z_1$	43
90	2，4，6					$180205Z_1$	44	$180205Z_1$	44
100	2，4，6					$180206Z_1$	45	$180206Z_1$	45
112	2，4，6，					$180306Z_1$	47	$180306Z_1$	47
132	2，4，6，8					$180308Z_1$	51	$180308Z_1$	51
160	2	$211Z_1$		$211Z_1$		$309Z_1$	55	$309Z_1$	55
	4，6，8	$2311Z_1$	62	$311Z_1$	57	$2309Z_1$	58	$309Z_1$	55
180	2	$212Z_1$		$212Z_1$		$311Z_1$	57	$311Z_1$	57
	4，6，8	$2312Z_1$	64	$312Z_1$	59	$2311Z_1$	62	$311Z_1$	57
200	2	$213Z_1$		$213Z_1$		$312Z_1$	59	$312Z_1$	59
	4，6，8	$2313Z_1$	65	$313Z_1$	60	$2312Z_1$	64	$312Z_1$	59
225	2	$214Z_1$		$214Z_1$		$313Z_1$	60	$313Z_1$	60
	4，6，8	$2314Z_1$	66	$314Z_1$	61	$2313Z_1$	65	$313Z_1$	60
250	2	$314Z_1$	61	$314Z_1$	61	$314Z_1$	61	$314Z_1$	61
	4，6，8	$2317Z_1$	68	$317Z_1$	64	$2314Z_1$	66	$314Z_1$	61
280	2	$314Z_1$	61	$314Z_1$	61	$314Z_1$	61	$314Z_1$	61
	4，6，8	$2318Z_1$		$318Z_1$		$2317Z_1$	68	$317Z_1$	68
315	2	$316Z_1$		$316Z_1$		$316Z_1$		$316Z_1$	
	4，6，8	$2319Z_1$	69	$319Z_1$	66	$2319Z_1$	69	$319Z_1$	69

表2-40 风扇尺寸（圆盘式离心式） mm

示意图	中心高	极数	B	B_1	B_2	D	D_1	F	GA
	80	2、4	30	22	6	19.2	100	6	22
	90	2、4、6	30	22	6	24.2	135	8	27.5
	100	2、4、6	35	22	6	24.2	155	8	27.5
	112	2	35	30	6	28.2	125	8	31.5
	112	4、6、8	35	30	6	28.2	155	8	31.5
	132	2	45	35	9	38.2	185	10	41.5
	132	4、6、8	50	35	9	38.2	195	10	41.5
	160	2	48	40	10	43	160	12	46.3
	160	4、6、8	60	40	15	43	250	12	46.3
	180	2、4	65	35	16	52	250	14	55.8
	180	6、8	65	35	16	52	275	14	55.8
	200	2、4	75	40	11	58	260	16	62.3
	200	6、8	75	40	16	58	295	16	62.3
	225	2	78	45	11	62	260	16	66.3
	225	4、6、8	90	45	20	62	350	18	66.4
	250	2	80	45	11	68	260	18	72.4
	250	4、6、8	90	45	22	68	350	18	72.4
	280	2	80	45	11	68	260	18	72.4
	280	4、6、8	100	50	18	80	290	20	84.9
	315	2	110	60	10	75	350	18	79.4
	315	4、6、8	100	60	11	90	550	22	95.4

注：金加工尺寸公差见2.8.3。

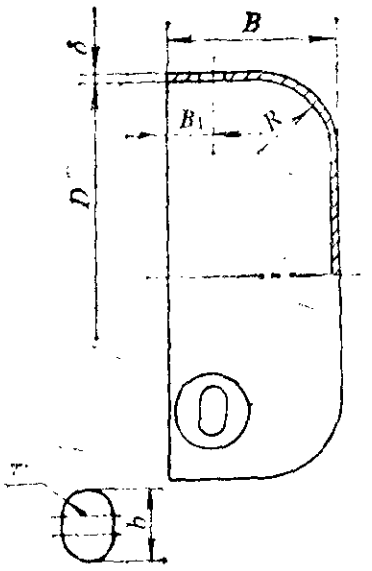
（4）风扇和风罩

冷却方式为IC0141型的封闭式电动机，其外风扇、风罩的结构型式和几何尺寸，将直接影响电动机的散热效果、效率和噪声。同时外风扇作为旋转零件，应具有足够的机械强度。

Y系列（IP44）电动机采用铝合金或塑料外风扇。风扇在轴上固定采用键连接，并以轴用档圈作轴向固定。全系列采用圆盘离心式风扇。对H225～315机座2极和H250～315机座4极电动机还另外配置了轴流式风扇，以供按规定方向运转的机械用，使电机获得更好的节能效果。外风扇的几何尺寸和互换尺寸见表2-40。

Y系列（IP44）电动机的风罩材料为具有足够刚性的钢板。风罩的进风口在保证进风量的情况下达到了4级防固体外壳防护等级的要求。风罩的互换尺寸见表2-41。

表2-41 风罩尺寸 mm

示意图	中心高	B	B_1	D	R	r	b	δ	装配孔数
	80	76	15	ϕ153	38	3	10	1.2	
	90	90	20	ϕ173	40	3	10	1.2	
	100	90	20	ϕ193	44	3	10	1.2	3
	112	100	22	ϕ217	48	3	10	1.2	
	132	120	22	ϕ256	50	3	10	1.2	
	160	150	24	ϕ311	58	3.5	12	1.5	
	180	183	40	ϕ352	60	4	14	1.5	
	200	204	40	ϕ394	65	4	14	1.5	
	225	224	45	ϕ442	75	5	18	1.5	4
	250	244	55	ϕ481	85	5	18	1.5	
	280	265	65	ϕ543	90	5	18	2.0	
	315	305	75	ϕ613	85	6	25	2.0	

（5）接线盒

Y系列电动机的接线盒结构具有接线方便、安全使用可靠和便于维修以及密封性能好等优点。接线盒结构特点如下：

1）引入电缆的螺孔密封结构，采用橡胶密封圈，其密封性

能好（见图 2-10）。引入电缆的孔数量已考虑了用户选用一个或两个的要求。

2）设有接线板，接线板的材料符合耐温要求，其相地漏电起痕指数（CTI 值）不低于 175 V。

3）接线盒内载流导体之间、载流导体与非绝缘体之间的电气间隙和漏电距离符合一般工业用低压电器产品的要求。

4）接线盒内设有接地端子和接线指示图。其标志在整个使用期内不易损坏。

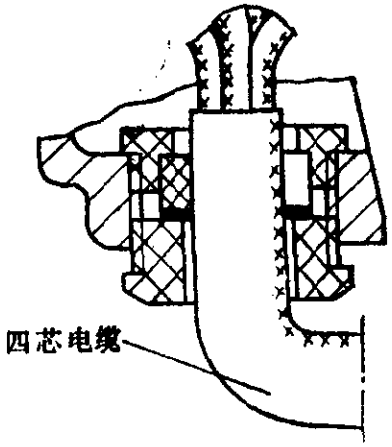


图2-10　Y系列出线口锁紧装置

5）引入电缆口可以朝上、下、左、右四个方向转动，便于四面接线。

根据功率大小、机座号以及进线电缆规格，全系列的接线盒分为六档。接线盒的分档及尺寸见表 2-42。

表2-42　接线盒分档及尺寸

电动机中心高	IP23			*H*160	*H*180～200	*H*225～250	*H*280
	IP44	*H*80～90	*H*100～132	*H*160～180	*H*200～225	*H*250～280	*H*315
最大功率（kW）		2.2	7.5	37	55	110	160
最大额定电流（A）		5	15	42	84	167	287
接线端子螺栓直径		M4	M5	M6	M8	M10	M12
引入电缆螺孔尺寸（直径×螺距）		M24×1.5	M30×2	M36×2	M48×2	M64×2	M64×2
固定接线板装配尺寸（mm）		20	25	30	40	50	50×184
最大允许电缆面积（mm^2）		0.75	2.0	25	35	95	95×2 ①

① 2 根95mm^2的电缆。

2.8.3 主要零部件的加工精度

为了保证气隙、气隙均匀度和电动机的安装尺寸以及保证零部件的互换性，Y系列电动机设计中选定的各主要零部件的公差配合和形位公差，见表2-43。表中数据除个别尺寸由于考虑电动机设计的特殊要求而制订了自定公差以外，均符合GB1800～1804-79《公差与配合》和GB1182～1184-80《形状和位置公差》的规定。

表2-43 主要零部件的公差配合及形位公差

零部件及部位		公差代号	形位公差要求
机座	止口内径	H 8	1）机座铁心档内圆对两端止口公共基准轴线的同轴度公差为8级 2）机座止口端面对止口基准轴线的端面圆跳动公差内8级和9级公差值之和的$\frac{1}{2}$ 3）机座止口内径和铁心档内径的圆度公差为相应直径公差带的75%，而且其平均直径应在公差带内 4）机座轴向中心线对于底脚支承面的平行度公差和平面度公差见表2-45
	铁心档内径	H 8	
	总长	h 11	
	底脚孔直径	H14	
	中心高	见表2-44	
	A/2	见表2-44	
	底脚孔中心至轴伸端止口平面距离	Js14	
端盖	止口直径	js 7	1）轴承室内圆对止口基准轴线的径向圆跳动公差为8级 2）与机座配合的止口平面对轴承室内圆基准轴线的端面圆跳动公差为8级和9级公差值之和的$\frac{1}{2}$ 3）凸缘端盖的凸缘止口对端盖止口的径向圆跳动公差为8级和9级公差值之和的$\frac{1}{2}$ 4）轴承室内圆的圆柱度公差为7级
	轴承室深度	h 11	
	轴孔直径	H11	
	凸缘止口直径	j 6	
	凸缘止口高度	h 12	
	凸缘孔直径	H14	
	轴承室内径	见表2-46	
	凸缘止口端面至端盖止口端面距离	H11	
轴承盖	止口直径	f 9	—
	止口高度	h 11	
	内径	H11	

（续）

零部件及部位		公差代号	形位公差要求
定子	内圆	—	定子铁心内圆对两端止口公共基准轴线的径向圆跳动公差见表2-47
定子铁心	外径	见表2-48	—
	内径	见表2-49	
定子冲片	外径	见表2-48	定子冲片外圆对内圆的同轴度公差为8级
	内径	H 8	
	槽形	H10	
	槽口宽	H12	
	扣片槽宽	H11	
	槽底直径	H10	
转子冲片	内径(热套)	H 8	—
	槽形	H10	
	槽底直径	h 10	
	键槽宽	H 9	
	槽口宽	H12	
定子端板	外径	h 11	—
	内径	H11	
	槽底直径	H11	
转子	外径	H 7	转子铁心外圆及转子轴伸外圆分别对两端轴承档公共基准轴线的径向圆跳动公差为8级
铸铝转子	内径	见表2-50	—
	槽斜度①	±IT16	
轴	轴伸直径	见表2-51	1）轴的轴伸外圆（磨削尺寸）对两端轴承档公共基准轴线的径向圆跳动公差为7级 2）轴的两端轴承档外圆的圆柱度公差为6级 3）轴的轴伸端键槽对称度公差为8级和9
	轴伸长	见表2-51	
	键槽宽	N 9	
	键槽深	见表2-51	

（续）

零部件及部位		公差代号	形位公差要求
轴	铁心档直径	见表2-52	级公差值之和的$\frac{1}{2}$
	轴承档直径	k 6	
	轴承盖档直径	H80～132 d_a6 其他为 d_e6	
	风扇档直径	h 7	
	轴承档之间距离	h 11	
风扇	内径	H 7	—
	键槽宽	JS 9	
	轴孔深度	h 11	
其他	加工面至毛坯面距离	IT15	各零部件螺孔的位置度公差按GB1148-80中位置度公差计算规定。其中间隙利用系数K取0.8
	未注公差加工尺寸	IT14	
	冷弯、冷压件	IT15	

① 对H100～132 4极电机槽斜度取+IT16。

表2-44 中心高及A/2公差 mm

电动机中心高	机座中心高公差	A/2公差
80～132	−0.10 −0.40	±0.4
160～225		±0.6
250		±0.8
280～315	−0.20 −0.80	

表2-45 平面度及平行度公差 mm

电动机中心高	底脚平面度公差	平行度公差
80～112	0.125	0.16
132～200	0.15	
225～250	0.20	
280		0.30
315	0.25	

表2-46 轴承室公差 mm

轴承室内径	>30～50	>50～80	>80～120	>120～160
轴承室公差	+0.020 -0	+0.022 -0	+0.025 -0	+0.029 -0

表2-47 定子铁心内圆径向圆跳动公差 mm

定子铁心内圆直径	>60～100	>100～150	>150～210	>210～260	>260～340
径向圆跳动公差	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16

表2-48 定子铁心和定子冲片外径公差 mm

定子冲片外径	120	130	155	175	210	260
铁心外径公差	+0.089 +0.019	+0.103 +0.023	+0.105 +0.025	+0.108 +0.028	+0.126 +0.034	+0.146 +0.042
冲片外径公差	+0.054 +0.019	+0.063 +0.023	+0.065 +0.025	+0.068 +0.028	+0.080 +0.034	+0.094 +0.042
定子冲片外径	290	327	368	400	445	520
铁心外径公差	+0.162 +0.058	+0.182 +0.068	+0.182 +0.068	+0.182 +0.068	+0.198 +0.072	
冲片外径公差	+0.110 +0.058	+0.125 +0.068	+0.125 +0.068	+0.125 +0.068	+0.135 +0.072	

表2-49 定子铁心内径公差 mm

定子铁心内径	>50～80	>80～120	>120～180	>180～250	>250～315
内径公差	+0.046 -0.014	+0.054 -0.016	+0.063 -0.017	+0.072 -0.020	+0.081 -0.024

表2-50 铸铝心轴磨损极限 mm

心轴直径	>18～30	>30～50	>50～80	>80～120
磨损极限	-0.10	-0.13	-0.15	-0.16

注：铸铝心轴磨损极限用以控制铸铝转子铁心内径公差。

表2-51 轴伸直径、长度、键槽公差 mm

轴伸直径公差		轴伸长度公差		键槽深公差	
轴伸直径	公差代号	轴伸长度	公差	轴伸直径	G①公差
≤28	j6	>30～50	±0.31	≤22	$^{+0}_{-0.1}$
≥32～48	k6	>50～80	±0.37	≤22	$^{+0}_{-0.1}$
≤55	m6	>80～120	±0.43	>22	$^{+0}_{-0.2}$
		>120～180	±0.50	>22	$^{+0}_{-0.2}$

① G—由键槽底到对面外径的距离。

表2-52 轴的铁心档公差 mm

铁心档直径	滚花			热套
	滚花前	滚花后	磨削后	
>24～30	-0.052	$^{+0.250}_{+0.150}$	$^{+0.100}_{+0.048}$	f7
>30～50	-0.062	$^{+0.270}_{+0.170}$	$^{+0.122}_{+0.060}$	f7
>50～65	-0.062	$^{+0.270}_{+0.170}$	$^{+0.132}_{+0.070}$	f8
>65～120	—	—	$^{+0.161}_{+0.087}$	f8

2.8.4 主要材料汇总

Y系列电动机中选用的主要材料均立足于国内，同时在保证产品性能和可靠性的前提下，充分考虑了降低材料成本及组织专业化生产的问题。材料选用情况见表2-53。

2.8.5 主要零部件的技术要求

为了保证电动机的电气性能和机械性能符合设计要求，不仅合理地制定零部件的加工精度，还必须对有关的零部件规定相应的技术要求。

（1）电动机的装配要求如下：

1）电动机装配完成后应符合Y系列三相异步电动机技术条件的规定。

2）轴承的清洗及安装应符合第三章3.5节规定。

3）当电动机线端字母与端电压相序同方向时，从主轴伸端

表2-53 材料一览表

序号	材料名称	牌号	规格品种	标准代号	新标准代号	用途
1	灰铸铁	HT15-33	灰铸铁	GB976-67		机座，端盖，轴承盖，接线盒座、盖
2	热轧硅钢薄钢板	DR510-50(D23)	0.5	YB73-70	GB5212-85	定、转子铁心
3	轧制薄钢板	08F	1.2，1.5，2.0	GB708-65		风罩、档风板
4	薄钢板	A3	1.0，1.5，2.0	GB708-65		扣片、定子压圈、定子端板
5	热轧圆钢	45	30，34,42,52,65，75，80，85,90，110	GB702-72		轴
6	合金弹簧钢	60Si2MnA	0.35，0.5	YB8-59	GB1222-84	波形弹簧片
7	热轧扁钢	A3	5，8	GB704-65	GB704-83	定子压圈
8	铸造铝合金	ZL102		GB1173-74		风扇
9	铝锭	AL-1		GB1196-75	GB1196-83	铸铝转子
10	黄铜板	H62-Y	0.5，0.8,1.0,1.5	YB460-71	GB2041-80	接地牌、接线片、铭牌
11	紫铜板	T2	0.5，1.0,1.5,2.0	YB459-64	GB2040-80	接线头
12	纯铝板	L3	0.8，1.0，0.3	YB606-66		标号片
13	锡铅焊料	HISnPb58-2		YB568-65		接线焊接
14	聚脂漆包圆铜线	QZ-2	0.85～1.6		GB6109.1-85	定子绕组
15	橡皮绝缘丁腈护套引接线		1.5～25mm^2	JB1171-76		定子绕组引接线
16	环氧酚醛层压玻璃布板	3240	2	GB1303-77		槽楔
17	聚脂无纺布复合绝缘	DMDM	0.25，0.3，0.35			槽绝缘，相间绝缘

18	醇酸玻璃漆布带	2432	0.15×15	GB1308-77		端部及极间接线绑扎
19	醇酸玻璃漆管	2703	内径1.0，1.5，2，3，5，6，8，10，11，12	JB1551-75		极间接线
20	无碱玻璃纤维带	无碱带-100		JC174-73	JC174-80	线圈端部包扎
21	三聚氰氨醇酸漆	1032		JB874-66	JB2718-80	绕组浸漆
22	硅钢片漆	1611		JB904-66	JB904-80	定子冲片涂漆
23	环氧气干清漆	H31-3				定子铁心内表面，转子铁心外表面
24	耐热橡胶	4002				接线盒密封用
25	橡胶	1140				接线盒密封用
26	尼龙	1010				接线盒压紧螺母，螺套
27	酚醛玻璃纤维压塑料	4330-1		Q/D154-66	JB2948-81	接线板
28	压敏胶纸					接线指示图
29	灰色醇酸磁漆	C04-2		HG2-590-74		电机表面喷漆
30	硝基外用磁漆	Q04-2		HG2-610-74		名牌(黑色)、接地牌(红色)
31	铁红环氧底漆	H06-2		HG2-605-76		转子表面(与环氧气干清漆配用)
32	铁红醇酸底漆	C06-1		HG2-113-74		铸件及风罩外表面
33	灰醇酸腻子	C07-5		HG2-595-74		铸件表面补平
34	锂基润滑脂	ZL 3		SY1412-75		轴承润滑
35	工业凡士林			SYB1607-59	SY1607-77	轴伸及凸缘防锈
36	白石腊	54号		GB254-75	GB254-77	轴伸及凸缘防锈
37	树脂胶	303				接线盒O型密封圈粘胶

注：如果修订材料标准时，则应按修订后的相应标准中选用材料。

看，其旋转方向应为顺时针。

（2）电动机外表面喷漆应符合下列规定：

1）电机（包括风罩）外表面（除轴伸、凸缘配合表面及底脚平面外）喷C04-2灰色醇酸磁漆。

2）被涂饰的表面必须干燥，且无油腻、铁锈、氧化皮、焊渣、尘土及其他污物。电机外表面如有缺陷，允许用腻子抹平。

3）电机外表面应涂有一层C06-1铁红醇酸底漆。表面油漆至少是一层，但不允许在漆膜下有底漆露出及铁锈漫延（这时漆膜透出黄色），漆膜不应有发脆、剥落、卷皮、裂纹、杂色等。

4）轴伸及凸缘配合面用工业凡士林及54号工业用石腊各50%（重量比）的混合剂涂封防锈。

5）定子铁心紧定螺钉孔处用灰醇酸腻子H07-5填平（仅适用紧定螺钉在吊环孔外者）。

（3）定子

1）接线头应与电缆焊牢，采用HISnPb58-2锡铅焊料。

2）定子铁心内圆要求喷涂H31-3环氧气干清漆。

3）引接线端字母顺序与电源相序相同时，从接线端看，旋转磁场方向应为顺时针。

（4）有绕组定子铁心

1）DMDM外层的聚酯薄膜放在铁心侧。

2）极间接线、引出线接线及并联路接线应焊牢。采用HISnPb58-2锡铅焊料。

3）接头处用醇酸玻璃漆布带半迭包一层，再套入醇酸玻璃漆管，两端用玻璃丝带与绕组扎牢。

4）线圈的端鼻部分，用玻璃丝带半迭包一层，长度约为端线部分的三分之一（仅H180～280的2极及H 200～280的2极及H200～280的4极采用）。

5）绕组在浸漆前，应进行绝缘介电强度试验，电压为2260V，历时1min。

6）浸1032三聚氰胺醇酸漆，浸漆次数不得少于两次。

（5）定子冲片

1）冲片毛刺不得大于0.05mm。复式冲模冲压的冲片，个别部位毛刺允许为0.10mm。

2）对H180～315机座冲片，涂1611硅钢片漆，漆膜单面厚度为0.01～0.05mm，两面之和不大于0.025mm。

（6）转子

转子须校平衡（详见3.2.4节）。

（7）接线板

1）线端标志字体凸起0.5mm。

2）接线板的相地漏电起痕指数（CTI）应不低于175V。

3）在室温下，接线板上任意两个端子间的绝缘电阻应不低于10MΩ。

4）接线板上任意两个端子之间及端子对地之间应能承受1min的耐电压试验，并无闪络或击穿现象。试验电压的有效值为5000V。

5）接线板上的接线端子承受表2-54的规定紧固扭矩时，接线端子和接线应不损坏。

表2-54　紧固扭矩

接线端子直径	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16
紧固扭矩(N·m)	1.2	2.0	3.0	6.0	10.0	15.5	30.0

（8）风扇

风扇平衡应符合下列要求：

1）风扇应进行校静平衡(亦可以校动平衡)。静平衡设备采用平行导轨式，导轨截面为刀刃形或圆形。平行导轨技术条件应符合表2-55的规定。

2）平衡心轴的径向跳动一般应小于0.005～0.02mm，外圆加工精度不低于IT7级。心轴与导轨支承面应淬硬HRC 50～60。

3）风扇校静平衡时需套上平衡心轴。心轴的中心线应与导

表2-55 平行导轨技术条件

技术要求项目	许用值
支承面平度	0.005mm
支承面水平度	0.03～0.05/1000
两支承面在水平面内的平行度	≤1mm
支承面的最小长度	大于旋转体轴直径的7倍
支承面的宽度	≈3mm

轨支承面相垂直。

4）校正平衡允许采用加重或去重法。采用去重法平衡时，可在风扇叶片或圆盆的内侧面上钻去多余的材料，但不得钻穿。采用加重法平衡时所加上的平衡重物必须铆牢（平衡重物表面应经防锈处理）。

5）风扇的许用不平衡量 $G \cdot r$（G-不平衡量(gf)；r-不平衡量离旋转轴线的距离(mm)）不得超过表2-56的规定。

表2-56 风扇许用不平衡量

电动机中心高(mm)	许用不平衡量 $G \cdot r$ (gf·mm)			
	2极	4极	6极	8极
80	15	30		
90	20	40	60	
100	30	60	90	
112	35	70	105	
132	60	120	180	240
160	120	240	360	480
180	145	290	435	580
200	200	400	600	800
225	280	560	840	1120
250	325	650	975	1300
280	440	880	1320	1760
315				

注：$1\ gf \cdot mm = 9.81 \times 10^{-6} N \cdot m$

6）将表 2-56 中规定的相应重物粘在风扇的任一叶片的一定半径处，推动平衡心轴，当回转停止时有重物的一面必须停在下方位置。

（9）铸件（机座、端盖、凸缘端盖、轴承盖、接线盒盖、接线盒座、风扇等）

铸件应符合下列要求：

1）灰铸铁的机械性能应符合表 2-57 的规定。

表2-57 灰铸铁的机械性能

灰铸铁牌号	抗拉强度 （kg/mm²）	抗弯强度 （kg/mm²）
HT15-33	≥15	≥33

2）铸铝合金铸件的机械性能应符合表 2-58 的规定

表2-58 铸铝合金的机械性能

铝合金牌号	抗拉强度 （kg/mm²）	延伸率 δ （%）	钢球直径为10mm 负荷1000kg
ZL102	≥15	≥4	HB≥50

3）灰铁铸件的机械性能以 ϕ30mm 试样的抗弯强度或抗拉强度为合格依据，并应符合表 2-58 的规定，试样尺寸见 GB977

表2-59 铸件加工余量 mm

零件最大外形尺寸	浇注时表面的位置	基本尺寸					
		50及以下	>50～100	>100～250	>250～500	>500～800	>800～1200
100及以下	上边 下边 侧面	2.5 2.0	2.5 2.0	—	—	—	—
>100～250	上边 下边 侧面	2.5 2.0	3.0 2.5	3.0 2.5	—	—	—
>250～500	上边 下边 侧面	3.5 2.5	3.5 3.0	4.0 3.5	4.5 3.5	—	—
>500～800	上边 下边 侧面	4.5 3.5	4.5 3.5	5.0 4.0	6.5 4.5	5.5 4.5	—
>800～1200	上边 下边 侧面	5.0 3.5	5.0 4.0	6.0 4.5	6.5 4.5	7.0 5.0	7.0 5.0

注：1.要经过机械加工的金属孔均采用上边的加工余量。

2.有色金属铸件，按表数值，采用较零件最大外形尺寸级数最小一级的机械加工余量。

-67《灰铁铸件机械性能试验方法》。

4）铸件的几何形状、加工余量及尺寸偏差应符合图样要求。其加工余量应符合表2-59，尺寸偏差应符合表2-60，非加工的壁和筋的尺寸偏差应符合表2-61。

表2-60 铸件的尺寸偏差 mm

零件最大外形尺寸	基本尺寸						
	50及以下	75～100	>100～250	>250～500	>500～800	>800～1200	>1200～2000
250及以下	±0.5	±0.8	±1.0	—	—	—	—
>250～500	±0.8	±1.0	±1.2	±1.5	—	—	—
750～1000	±1.0	±1.2	±1.5	±2.0	±2.5	±3.0	
>1000～3000	±1.2	±1.5	±2.0	±2.5	±3.0	±4.0	±5.0

注：有色金属铸件尺寸偏差，按表数值采用较零件最大外形尺寸级数小一级的尺寸偏差。

表2-61 非加工的壁和筋的尺寸偏差 mm

零件最大外形尺寸	基本尺寸					
	≥5	>5～10	>10～20	>20～30	>30～50	>50～80
500及以下	±0.40	±0.50	±0.80	±1.0	±1.2	±1.5
>500～1000	±0.80	±0.80	±1.2	±1.5	±1.8	±2.0

5）合格的灰铸铁经清理后，涂醇酸铁红底漆。

2.8.6 主要零部件通用性

Y系列的基本系列共有127个规格。在规格之间仅仅是电磁与绝缘结构略有不同，其他机械结构方面的零部件和结构要素都能广泛通用，因而减少了电机制造厂的工装模具，便于生产管理，且降低了制造成本。同时还可以促进组织专业化生产，对用户维修时更换零部件也带来方便。Y系列电动机主要零部件通用情况见表2-62，Y系列与其他派生系列电动机主要零部件通用情况见表2-63。

表2-62 主要零部件通用情况

零部件名称	电机类别	总数	B3 型 通 用 情 况	与B3型通用情况		
				B35	B5	V1
机座	IP23	13	中心高和B尺寸相同的规格通用	—	—	—
	IP44	19	中心高和B尺寸相同的规格通用	与B3通用	不通用	与B5通用
端盖	IP23	17	同一中心高2极和4、6、8极不通用，4、6、8极通用	—	—	—
	IP44	13	同一中心高前后端盖铸件通用，H280 2极和4、6、8极不通用，4、6、8极通用	非传动端通用	非传动端通用	非传动端通用
凸缘端盖	IP44	12	另设计	另设计同一中心高通用	与B35通用	与B35通用
轴承盖	IP23	11	同一中心高4、6、8极通用，与2极不通用	—	—	—
	IP44	12	同一中心高通用，其中H280 2极和4、6、8极不通用，与H250通用	通用	通用	通用
接线盒	IP23 IP44	6	Y(IP23)和Y(IP44)按功率大小，全系列分档6种	Y(IP44)通用	Y(IP44)通用	Y(IP44)通用
定转子冲片	IP23	23	同一中心高同一极数通用，其中H180、6、8极定子冲片与Y(IP44)H200、6、8极通用	—	—	—
	IP44	37	同一中心高同一极数通用	通用	通用	通用
铭牌	IP23 IP44	4	Y(IP23)和Y(IP44)按机座号全系列分档4种	Y(IP44)坯件通用	Y(IP44)坯件通用	Y(IP44)坯件通用
轴	IP23	13	H160～200同一中心高和B尺寸时通用，H225～H315同一中心高和B尺寸时2极和4、6、8极不通用	—	—	—
	IP44	19	H80～200同一中心高和B尺寸时通用，H225～315同一中心高和B尺寸时2极和4、6、8极不通用	通用	通用	通用
风扇	IP44	16	同一中心高2、4极或4、6、8极或2、4、6极通用	通用	通用	通用
风罩	IP44	12	同一中心高通用	通用	通用	通用

表2-63 基本系列与派生系列主要零部件通用情况

零部件名称	60 HZ	YD	YH	YB	YA	YZC	Y-W Y-F	Y-H	YCT	YCJ	YLB	YX	YR (IP23)	YR (IP44)
机座	✓	✓	✓	×	✓	铸件通用	✓	×	✓	✓	×	部分不通用	与(IP23)通用	✓
端盖	✓	✓	✓	×	✓	铸件通用	铸件通用	×	✓	✓	×	部分不通用	×	✓
轴承盖	✓	✓	✓	×	✓	✓	铸件通用	×	✓	✓	×	✓	✓	✓
接线盒	✓	×	✓	×	×	✓	✓	×	✓	✓	×	✓	✓	✓
定、转子冲片	✓	部分不通用	✓	✓	部分不通用	✓	✓	部分不通用	✓	✓	与Y(IP23)通用	落料通用	×	×
铭牌(坯件)	✓	✓	✓	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓
轴	✓	✓	✓	×	✓	粗加工通用	✓	✓	✓	✓	×	部分不通用	×	×
风扇	部分通用	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	—	✓
风罩	✓	✓	✓	×	✓	部分不通用	✓	✓	✓	✓	×	部分不通用	—	✓
定子线圈	部分不通用	×	×	部分不通用	部分不通用	✓	✓	部分不通用	✓	✓	与(IP23)通用	×	✓	部分通用
备注									凸缘端盖不通用	凸缘端盖不通用				

注：标志“✓”为通用，“×”为不通用。

第三章　关键制造工艺要点

异步电动机和其它电机一样，其绕组和铁心的制造质量对电机的性能、寿命和运行可靠性有决定性的影响。电动机气隙较小，均匀度要求高，故严格控制好各有关零部件的加工和装配质量，以保证气隙的均匀度，也是电动机制造工艺中的关键。

各类小型电动机生产批量大小不一，应根据技术经济的合理性选择相应的加工工艺方案。对于批量较大的小电机，应十分重视采用高效率的专用设备和工艺装备，或组成自动化生产线，以提高生产效率和质量。

3.1　铁心制造工艺

Y系列电动机的定子铁心为外压装结构。一定数量的定子冲片和两端的定子压圈，经装压后用扣片扣紧成一整体。*H*180及以上定子铁心的两端还带有定子齿压板，以减少齿部弹开。

3.1.1　冲片制造工艺

冲制定子、转子冲片用的电工钢片，一般采用0.5mm厚的板料或卷料。在装有自动进料装置的高速冲床上加工冲片时都采用卷料，其余则采用板料或由板料剪裁成一定尺寸的条料。

条料用龙门剪床或滚动剪床进行剪裁。用滚剪方法生产效率高，而且便于将剪成的条料整理成堆。

冲制冲片时，要合理地排样和选择适当的冲制余量，以提高材料利用率。

定子、转子铁心是由定、转子冲片压装而成，因此，冲片的质量主要根据铁心的技术要求确定，有如下几点：

（1）定子冲片内、外圆和转子冲片的轴孔尺寸为8级精度，而且定子冲片外圆对内圆的同轴度允差为8级；

（2）定子冲片槽形尺寸为10级精度，槽形沿圆周应均匀

分布。

（3）冲片断面上的毛刺应小于 0.05mm，复式冲模冲制的冲片个别部位毛刺允许为 0.08mm。

定子、转子冲片的冲制方法有单式冲槽、复式冲槽和多工位级进冲制等。此三种冲制方法的特点和适用范围见表 3-1。

表3-1 各种类型冲制方法的特点和适用范围

冲制方法	特点和适用范围
单式冲槽	（1）冲片槽形的等分度主要取决于冲槽机的分等装置的精度和坯片的定位精度。定子冲片以单式冲槽时，坯片的定位方式分为轴孔和外圆两种。以外圆定位冲槽，定位误差较小，但是冲槽速度低些 （2）提高单槽冲的效率，关键在于加快冲槽速度。带有凸轮蜗杆分度机构的冲槽机与摩擦圈带动棘轮分度机构的旧式冲槽机相比，冲槽速度可提高 2～3 倍。在冲制小尺寸冲片时，冲次可达到每分钟1000次以上 （3）单式冲模结构简单，易于制造。模具装拆方便 （4）适用于品种规格多、批量不大的生产
复式冲模	（1）用复式冲模在普通压力机上冲槽。在压力机一次行程中，按冲模所组合的凹凸模冲出定子或转子冲片的全部槽形，有的还可同时冲出记号槽和片槽等。复式冲槽的生产效率高 （2）冲片质量主要决定于冲模精度。模具制造较复杂 （3）主要用于中等和大批量生产
级进式多工位冲制	（1）在装有自动进料装置的高速自动冲床上，用一副按冲制工步顺序排列级进式多工位冲模，用卷料进行连续送料。在冲床一次行程中同时完成几道工步，如冲轴孔及转子槽、冲定子槽及扣片槽、冲出转子冲片、冲出定子冲片。生产自动化程度较高 （2）高速自动冲床的冲压速度较高，每分钟达200～300次 （3）多工位级进冲模的结构复杂，制造精度高，如级进距的精度要求严格控制在±0.01mm 范围内。而且冲模必须有较高寿命，其凹凸模的工作部分一般采用钨钴类硬质合金制成 （4）这是一种冲片质量较好、高效率生产方法。用于小型电机大量生产

定子、转子冲片制造方法很多，但都要保持冲片内外圆同轴度的精度。采用单式冲槽和复式冲槽时，冲片内外圆要一次冲成。级进冲时则由模具的高精度来保证。

冲片加工工作量一般占电机生产总工时的 16～25%（若用单

槽冲时将更多)。实现冲剪自动化是提高劳动生产率、减轻劳动强度的重要途径，也是安全操作的有效措施。

冲片冲制工序自动化，主要是实现自动上下料。常用的冲制自动化方式有下列三种：

（1）单台压力机或冲槽机上附加自动化上下料装置。常用的上下料装置的布局型式有机械从动式和独立机械式两种。机械从动式是借压力机曲轴的回转运动，通过偏心装置及一些杠杆机构，变成进出料动作，并保持与压力机动作协调。机械独立式有自己的独立传动系统，作为设备的一个组成部分，动力源采用气压、液压或电动。

（2）由数台设备联成自动生产线。可以利用现有的设备和模具，如由三台偏心压力机安装上转子、定子复式冲模和定子、转子片内外圆轴孔冲裁模，联成小电机定子、转子冲片冲剪自动线。

（3）采用装有多工位级进冲模的高速自动冲床。

3.1.2 冲片质量的影响因素

冲片质量是与冲模质量、结构、冲制设备的精度、冲制工艺、冲片材料的机械特性以及冲片的形状和尺寸等因素有关。由各种因素所引起的误差，可以分为常量误差和偶然误差。冲模的凹凸模刃口部分的尺寸不精确所产生的误差称为常量误差。由于材料性能波动、冲制时材料的错移或坯片的定位、固定不当等因素引起误差，称为偶然误差。由于决定误差的因素不可避免地要发生变动，因此同一副冲模冲成的冲片，尺寸往往是互不相同的，有一定的分散范围。

在不同冲制条件下，一些影响因素的作用是有所变化的。如在单式冲槽时，影响冲片槽形等分度的是冲槽机；在复式冲槽时，主要决定于冲模的精度而不是压力机；多工位级进冲模的级进距的精度直接影响到冲片质量，因此要求严格控制在 ± 0.01mm 以内。但是，任何一种冲制方法，都将由于材料的各向异性和弹性变形而使冲片尺寸精度受到影响，特别是对大直径冲片有时是起

决定性影响。冷轧硅钢片在轧制过程中经过比较充分的退火，故影响较小。

3.1.3 冲片表面绝缘处理

在冲片表面进行绝缘处理，主要是为了减少铁心涡流损耗，而且可增强抗腐蚀、耐油和防锈性能。

冲片表面进行绝缘处理，主要技术要求是绝缘层应具有良好的介电性能、耐油性、防潮性、附着力强和足够的机械强度和硬度，而且绝缘层要薄，以提高铁心的叠压系数，增加铁心有效长度。

中心高 160 mm 及以上的 Y 系列电机定子冲片表面需经绝缘处理，涂 1611 油性硅钢片漆。漆膜的单面厚度为 0.01～0.015mm，双面厚度不大于 0.025mm。涂漆前要检查毛刺大小、表面有否油污和锈斑，以免影响涂漆质量。

冲片在涂漆设备上连续进行涂漆和干燥。涂漆设备是由涂漆机构（包括涂漆滚筒和贮漆器等）、传送带和通风装置等组成。

涂漆时要按照漆的粘度和固体含量以及每次涂漆层厚度，调节漆的粘度和控制好滚筒的压力。涂漆分两次进行，以使漆膜均匀。

漆膜的干燥过程是一个重要阶段。干燥炉设有溶剂挥发区、漆膜固化区和空冷区等几部分。炉内温度分布、温度的升降坡度等均应严格控制。而且，调节好传送带的速度，使漆膜得到必要的干燥时间，涂漆过程要注意劳动保护。

在小型电机生产中，冲片表面用氧化膜处理也是一种常用的绝缘处理方法。氧化膜具有良好的绝缘性能，两面总厚度在 0.02 mm 以内；它的导热性能较好，有利于铁心的轴向导热；经处理后冲片上毛刺受涨缩而脱落，提高了铁心质量。氧化膜处理是把冲片加热到一定温度，再通入氧化剂，经一定时间的加热氧化，使在冲片表面形成一层由 Fe_3O_4 和 Fe_2O_3 组成的氧化膜。

氧化膜处理规范为：冲片置于炉内，随炉温升到 350℃左右开始送氧化剂（通常为空气和蒸汽混合物），压力为 4.9×10^4Pa，

经30～45min后增压到9.8×10^4Pa。待炉温升到550～580℃时保温3～4h。在箱式电炉中氧化膜处理，应注意使成堆置于炉中的冲片能均匀受热和得到充分的氧化剂。

冲片表面绝缘处理，质量检查项目有：

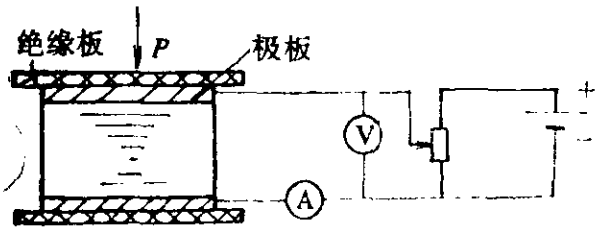


图3-1 绝缘电阻的测量

（1）外观检查：经氧化膜处理后的冲片表面应附有一层红棕色的或深蓝色的氧化膜；表面涂1611漆，涂一次漆的冲片，表面呈淡褐色并有光泽，涂两次漆的，表面呈褐色并有光泽。漆膜应均匀，不允许有明显的气孔、漆瘤和皱皮现象。

（2）绝缘层厚度测量：分为单片和多片测量。在单片测量时，用千分表测量数点，待绝缘处理后在相应部位重复测量出绝缘厚度；在多片测量时，取10×10cm的试片20片，在未处理前用5.88×10^5Pa压力加压下测得高度h_1；经处理后再测量高度为h_2，则绝缘层的平均厚度为$h_2-h_1/20$。

（3）绝缘电阻测量：取10×10cm的试片20片，在施加5.88×10^5Pa压力下，用伏安法测量其绝缘电阻（见图3-1）。试验时电流一般应小于100mA。按此方法测量，异步电机的定子、转子冲片的绝缘电阻允值：定子冲片为40Ω·cm²/片；转子冲片为20Ω·cm²/片。

3.1.4 定子铁心压装工艺

Y系列电机定子铁心为外压装型式。以冲片内圆为基准进行装压后，用扣片扣紧，使定子铁心成为一个坚实的整体。

定子铁心的压装技术要求是：（1）冲片间保持一定的压力，一般为$(6.86\sim9.8)\times10^5$Pa；（2）铁心内外圆和槽形表面整齐；（3）铁心的重量和长度符合规定要求。

铁心压装除了要保证重量和紧密度外，同时还要达到一定的长度。铁心的重量是电机设计时决定磁密的依据，而压力则是保

证铁心具有紧密度的必要手段。压力、重量和长度三个量通常是通过压装系数联系在一起的。涂漆冲片的压装系数为0.92；未经绝缘的冲片的压装系数为0.95，这是冲片表面质量的指标。

在铁心压装时，采用定量压装或定压压装，都首先要保证铁心的重量，在一定的压力范围内，达到要求的长度。为了使三者保持稳定关系，除了要控制装配质量以外，更重要的是严格控制冲片质量，如绝缘层厚度、冲片厚薄均匀、表面质量和毛刺大小。对于小电机的外压装铁心，在决定压装压力时要考虑到铁心搬运中可能会产生松动，压力取为$(2.45\sim2.94)\times10^6$Pa。

在冲片精度符合要求的情况下，铁心压装后的质量，主要取决于压装工具的结构和精度。定子铁心压装时，以冲片内圆为基准，采用涨胎工具使铁心内、外圆涨齐，同时用3根槽样棒均匀地插入定子槽内，以保持槽形整齐。槽样棒一般较冲片槽形的名义尺寸小0.10mm。涨胎工具的外圆公差为k5。压装工具的表面均需经淬硬后磨成。

3.2 铸铝转子制造工艺

Y系列电机H80～315全部为铸铝转子。转子铸铝用工业纯铝，牌号为Al-1（GB1196-75），其电阻率在20℃时为$0.027\sim0.03\Omega\cdot mm^2/m$，铝的纯度不少于99.5%，其杂质不得大于表3-2的规定。

表3-2 Al-1铝的杂质含量（%）

铁	硅	铁＋硅	铜	杂质总和
0.3	0.22	0.45	0.015	0.5

转子铸铝时，在已装入转子铁心的铸铝模中，注入熔化铝液，铸成由导条和端环组成的整体铝笼及端环上的风叶片和平衡柱。

转子铸铝的主要质量要求是：

（1）铝笼的含铁量应不大于0.8%；

（2）铸铝转子铁心长度公差为+2.0 mm（铁心长度L<160mm）；+2.5mm（$L \geqslant 160$mm）；

（3）端环的公差为 IT13；

（4）铸铝后的浇口及铝渣必须清除；

（5）转子外圆表面斜槽线平直，无明显曲折形。其斜槽公差为±IT16；

（6）转子槽口浇铝不足或低陷不得超过槽口高度规定的尺寸；

（7）转子导条应无断条；

（8）端环和风叶不得有裂纹、弯曲现象和明显的缩孔、缺陷等。

常用转子铸铝方法为压力铸造和离心铸造两种。其工作原理和特点见表 3-3。

表3-3 几种转子铸铝方法的工作原理和特点

铸铝方法	工作原理	特点
压力铸铝	用压力将金属液注入型腔，待冷却、凝固后成铸件	（1）在压铸过程的始终，压力是起着主要作用的 （2）压铸时，在以高速流动的金属液充型过程中，如果型腔内的气体来不及排出，就会被卷入金属内，使铸件产生气孔 （3）由于金属液充型过程是在压力作用下进行的，转子铁心可在冷态下压铸 （4）生产效率高，易于实现机械化、自动化，从而可减轻劳动强度，改善劳动条件
离心铸铝	金属液注入旋转着的铸型中，使之在离心力作用下充满型腔并予凝固	（1）离心力对铸件的成型和金属结晶过程有重要作用，它有助于金属液中的气体和非金属杂物（比金属轻）的排出。更重要的是影响到金属结晶过程，起到加强补缩和结晶细化的作用 （2）转子铁心必须预热。铁心加热后，在槽形断面上得到氧化，有利于降低电机的杂散损耗 （3）转子离心铸铝用的设备比较简单。但在浇铸过程中有不少手工操作，劳动强度较大

在转子铸铝前，必须做好铝料的熔化工作。采用铸铁坩埚熔化时，必须在坩埚内腔涂刷涂料。一般采用“H.R.R”高温涂料，它由超微粒锆、石英、矾土、矾土水泥和硼酸等组成。在涂刷高温涂料前，坩埚内表面需清砂、防锈、清理干净，预热到100～200℃。涂料的调配为：每公斤涂料配以0.1～0.15kg水玻璃和1.5～2.0kg的开水，调成糊状，分几次涂刷到规定厚度。涂刷时坩埚应在炉上保持温度，刷好后升温加热，坩埚内壁呈暗红色，干结即可。浇口料加入量不得大于15%，以控制铝液的纯度。在熔炼时需经除气和减少吸气机会。常用除气方法是加氯盐（如氯化钠），加入量为铝液的0.1～0.5%。

3.2.1 转子压力铸铝工艺和设备

转子压力铸铝用冷室压铸机，按其压射室位置不同分为全立式、立式和卧式三种。转子压铸机主要参数为：压射力（N）、压射速度（m/s）、合型力（N）、压射比压（Pa）和铝的最大浇注量（kg）等。

压铸机是由床身、压射机构、合型机构和液压及电气控制装置等组成。压射机构是实现压射的关键部件，它的结构和正确使用是决定压铸件质量的主要因素。压射机构一般采用二级和三级压射系统，目前生产的压铸件大多采用三级压射。在压铸机上配备定量浇注装置和工作装卸机构，实现压铸生产自动化。

转子压铸用铸模的特点，是转子铁心作为一个嵌件，其槽形是构成型腔的一个主要部分，起到上下模之间的通道作用。对不同压铸机配置相应的压铸模，全立式压铸模的结构较简单。转子压铸模的进铝方式主要有中心浇注和风叶（或平衡柱）端面浇注。卧式和立式压铸机用压铸模一般采用中心浇注，由直浇道从数个分支内浇口引入型腔。内浇口的进口置于壁厚的端环处，利于铝液的补偿。全立式压铸机大多配置风叶端面浇注的压铸模。由于压铸过程中铝液充型时间极短，必须开设足够的排气槽，使腔内空气有次序地很快排出。

铸铝转子用工业纯铝，铝液的流动性较差，铸件的形状不太

复杂而壁较厚。按此特点，选取的压铸工艺参数，压射比压应高些而充型速度应尽量低些。表 3-4 所列数据为小型电机常用的转子压铸工艺参数。

表3-4 小型电机转子压铸工艺参数

压射比压 (10^7·Pa)	充型速度 (m/s)	压铸温度 (℃)	压铸模温度 (℃)
2.94～3.92	15～25	680～700	180～200

在压铸过程中，压射比压、充型速度、压铸温度和压铸模温度等工艺参数之间有一定关系，可通过试模来进行调整，以达到较好效果。在采用风叶端面浇注时，压铸过程中压力损失较小，压射比可略低些。

3.2.2 转子离心铸铝工艺和设备

转子离心铸铝设备是工厂自制的立式离心铸铝机，结构较简单。

铸铝模采用中心浇注。它的浇注系统与压铸模大致相同。对于铝液补缩要求较高的，如 2 极电机转子，通常采用环形内浇口。

转子离心铸铝时，铝液温度一般控制在 720～780℃。铸铝模和转子铁心均需预热，保证铝液的良好充型。铸铝模的上、下模预热温度为 300～350℃，中模预热温度为 150～200℃。表 3-5 所列的数据为 H80～280 电机转子离心铸铝时转子铁心预热温度和转子回转速度。

对槽形狭长和铁心长度较长的转子，应适当提高转子铁心温

表3-5 转子铁心预热温度和转子回转速度

电机中心高	转子铁心预热温度 ℃	回转速度 (r/min)
H80～160	400～500	1000～1200
H180～225	450～550	850～900
H250～280	550～600	650～700

度并采取较高铝液温度。

3.2.3 铸铝转子热套工艺

Y系列电机H180～280的铸铝转子和转轴的结合型式为热套连接，对H80～132电机在有的工厂也有采用此种工艺连接。热套配合的过盈应该保证转子能有效地传递规定的转矩。但是，过盈量太大，将会导致接触面的径向压力加大，使套在转轴上的铸铝转子出现偏歪。Y系列电机转子冲片（热套）内径为$H8$，铁心内径是以铸铝心轴磨损极限来控制尺寸的，如心轴直径大于18小于或等于30mm时，磨损极限为－0.1mm；大于30小于或等于50mm时为－0.13mm；大于50小于或等于80mm时为0.15mm。转轴直径大于24小于或等于50mm时公差为$t7$；大于50小于或等于80mm时为$t8$。

热套配合的接触面要求光洁，以减少由于加工线上的压溃而使实际过盈量减小。因此，转子铁心内孔最好预先进行铰削或拉（推）削，以提高其尺寸精度和降低粗糙度。

热套时，必须确定铸铝转子能松动地套到转轴上去所需的加热温度。按下式进行计算，经验证后确定。

$$t = (\delta + a)/\alpha \cdot d \quad (℃) \tag{3-1}$$

式中 δ——配合的最大过盈量（mm）；

a——热套时必需的最小间隙，取为0.003d；

α——线胀系数，取为12×10^{-6}；

d——配合面的公称直径（mm）。

当代入a和α的数值后，得到如下简化公式。

$$t = 85000\frac{\delta}{d} + 250 \quad (℃) \tag{3-2}$$

铸铝转子的加热方法有箱式炉和感应加热等。对于离心法浇注转子，当内孔表面较整齐时，可以利用铸铝时余热进行热套。

3.2.4 转子校平衡

在转子制造中，由于铁心装压不整齐、铸铝质量不均匀等原因，使转子质量不平衡，即转子旋转轴线与惯性轴线不相重合。

这是引起电机振动的主要原因之一。转子不平衡的类型有静不平衡、准静不平衡、力偶不平衡和动不平衡等。

转子校平衡工序是为了检查转子质量的分布均匀程度。经过校正后，改变和重新分布转子的质量，以满足平衡要求。

转子平衡精度以单位质量许用不平衡量作为度量单位。

Y系列电机转子单位质量许用不平衡量 e 不得超过表 3-6 的规定。

表3-6 转子单位质量许用不平衡量e

同步转速 （r/min）	3000	1500	1000	750
转子单位质量许用不平衡量 e（μ）	8	16	25	33

转子单位质量的许用不平衡量 e 的关系式如下：

$$e = G \cdot r / W$$

式中 G——不平衡量（gf）；

r——不平衡量离旋转轴线的距离（mm）；

W——转子重量（kg）。

多速电机的转子平衡，应以电机最高工作转速为准。校正不平衡方法，有加重法和去重法两种。铸铝转子校正平衡时常用加重法，在平衡柱加上所需的平衡垫圈并予铆紧；如用去重法时，允许铲去部分平衡柱，其数量不得多于总数的四分之一。

校正动平衡时，在转子轴伸端和风扇端的键槽中安装半键。以转子的两端轴承挡外圆支承于动平衡机的摆架上。转子校动平衡用设备为通用型动平衡机。目前所用的动平衡机一般有软支承型和硬支承型两种，其特点见表 3-7。

风扇允许单个校静平衡。静平衡设备采用平行导轨式，导轨截面为刀刃形或圆形。平行导轨的主要技术要求为：（1）支承面平不得大于 0.005mm；(2)支承面的水平度为 0.03～0.05/1000，平衡心轴的径向跳动量应小于 0.02mm，外圆加工精度不低于 IT6，心轴与导轨支承面应淬硬 HRC50～60。

表3-7 常用动平衡机类型及其特点

类　型	软 支 承 型	硬 支 承 型
结构特点	支承的固有频率低（小于试验转速的1/3）	支承的固有频率高（大于试验转速的1/3）
试验方法	通过测定支承振幅来求得不平衡量及其相位。如配置有“电气平衡旋转体”，可进行平面分离和标定每格量值	通过测定作用于支承上的离心力来求得不平衡量及其相位。根据旋转体两校正平面与两支承的安装尺寸及平衡校正半径，即可自动计算两平面应加或应去的质量和相位。调整简便直观
常用指示方法	（1）由电流表指示不平衡量，闪光灯确定偏重位置 （2）采用光点矢量瓦特表，由荧光屏显示偏重大小及其相位	（1）采用光点矢量瓦特表，由荧光屏显示偏重大小及其相位 （2）测量方式为“电子门式”

表3-8 列出几个规格电机的风扇的许用不平衡量$G \cdot r$

电机中心高	100		132		180		200		280	
极数	2P	4P	4P	6P	2P	4P	2P	4P	2P	4P
许用不平衡量 $G \cdot r$（g·mm）	80	60	120	180	145	290	200	400	440	880

3.3 主要机械零部件的加工工艺

小型异步电动机的主要机械零部件有机座、端盖和轴—转子。这些零件的主要加工要求是：达到图纸规定的尺寸精度和粗糙度。为了保证电机装配后定子和转子间的气隙均匀，应在加工过程中合理选择工艺基面和加工程序，以达到所要求的同轴度。要严格控制好单件的加工精度，以保证装配后质量。

3.3.1 机座加工工艺

机座按其外型的特征，可分为带底脚和无底脚两种。机座是一种薄壁易变形的铸铁件。

机座主要加工面有：与定子铁心外圆配合的内孔、与端盖配合的止口和端面、底脚支承面等。其主要加工要求如下：

（1）铁心挡内圆和止口的尺寸精度为H8；

（2）机座铁心挡内圆与两端止口公共基准轴线的同轴度公差为8级；

（3）机座止口和铁心挡内径的圆度公差为相应直径公差带的75%，而且平均直径应在其公差带内；

（4）机座底脚支承面（主参数为底脚外边缘间的最大尺寸）的平面度公差为10级和11级公差值之和的二分之一；

（5）机座止口公共基准轴线对底脚支承面的平行度公差，当轴中心高大于50小于250mm时为0.16；轴中心高大于250小于315mm时为0.30。

机座粗车时，以其两端止口外圆定位，保证机座止口壁厚均匀。为了保证机座两端止口与内孔的同轴度，按加工所选择的定位基准和夹紧方式，常用的两种方法为：（1）以精车到所需尺寸的内圆定位（用涨胎涨紧内孔），精车两端止口及端面。此方法称为“机座光止口”；（2）以加工过的一端止口为基准，轴向夹紧，加工另一端止口和内圆。此方法称为“调头车”。

采用“机座光止口”加工方案时，机座内圆分粗车、半精车、精车三个工序完成，粗、精加工必须采用不同夹紧力以消除和减少变形。采用“调头车”加工方案时，两端止口和内孔的同轴度取决于止口与止口模的配合精度和合理操作，精车时，止口与止口模的配合为H7/js6。止口模磨损或拆装过后，均应重新加工，以保证精度。

机座支承面的粗糙度要求不高，但是对内孔的平行度及底脚支承面的平面度要求均较高。底脚支承面加工时应以精加工后止口或内孔为基准面，而且最好分粗、精两次加工。

机座加工时要注意减小变形。机座铸件应进行时效处理，消除内应力。机座的止口和内孔加工，特别是内孔，要求分粗、精加工工序进行。这样，既易于控制加工精度，又可减少切削热作用引起变形的影响。精车时，不宜用径向夹紧方式，而且零件的夹紧力要调整适当，以减小夹紧变形。机座的钻孔和攻丝等工序

最好安排在精车工序之前完成，以减小搬运不当而引起机座变形。

在中等与大批生产时，机座加工可采用专用机床组配以板式输送机及悬挂输送机组作为工序间输送。

3.3.2 端盖加工工艺

端盖按其外型的特征，可分为普通和带凸缘端盖两种。端盖是一个薄壁易变形的铸铁件。

端盖主要加工表面有：与轴承配合的内孔及其端面；与机座配合的止口及其端面。其主要加工要求如下：

（1）端盖止口的尺寸精度为 js 7；

（2）端盖轴承室内圆的尺寸精度为上偏差按原 G_4 的上偏差加 0.002，下偏差按 IT 7 标准公差计算，内圆的圆柱度公差为 7 级；

（3）端盖的轴承室内圆对止口基准轴线的径向跳动公差为 8 级；

（4）端盖止口端面对轴承室内圆基准轴线的端面圆跳动公差为 8 级和 9 级公差值之和的二分之一。

端盖外形为圆盘状，主要加工工序是车削。端盖车削时通常采用三爪卡盘夹持端盖上装夹用的三个搭子进行加工。三个搭子要预先加工过，以便于控制夹紧力和壁厚均匀度。

端盖加工过程中需注意如下几点：

（1）铸件应进行时效处理，消除其内应力；

（2）轴承室内圆和止口的精加工，尽可能在一次装夹下完成；

（3）轴承室内圆和止口的粗、精加工要求分工序进行，以减少切削热的影响；

（4）端盖在加工时容易变形，需控制好夹紧力。

3.3.3 轴—转子加工工艺

轴—转子主要加工面有：轴承档、轴伸端和转子的外圆。其主要加工要求如下：

（1）轴承挡外圆的尺寸精度为 js 6，外圆的圆柱度公差为6级；

（2）轴伸端外圆的尺寸精度：轴伸直径大于 18 小于或等于 30mm 时为 js 6，大于 30小于或等于 50mm 时为 k 6；

（3）转子铁心外圆对两端轴承挡公共基准轴线的径向圆跳动公差为 8 级。

轴加工过程中，车削工时占的比重较大。因此，在生产批量较大时，大多数采用仿型车床加工，也有用多刀车床，以提高生产率。在仿型车床进行粗加工时，最好将坯料预先精锻成阶梯形的，即可减少加工余量，又能节约金属材料。

磨削是保证轴尺寸精度的关键工序。采用外圆磨床加工。

轴—转子加工一般都以二端中心孔为基准面，保证轴承档、轴伸端外圆对转子外圆的同轴度。

机座、端盖等零件的主要部位的形状和位置公差，根据 JB/Z 231-85《小型异步电动机主要零部件形状和位置公差标志及检测规定》进行测量。

3.4 滚动轴承的验收

为了控制轴承的质量，对进厂的轴承应进行验收。

轴承的主要技术要求如下：

（1）滚动轴承的尺寸精度和旋转精度（如向心球轴承的端面跳动，内、外圆的径向摆动和滚道侧摆动等）应符合GB307.1-84《滚动轴承公差》和 GB 307.3-84《滚动轴承一般技术条件》的规定。

（2）Y系列电机单列向心球轴承振动加速度应符合 ZQ15-84《Y系列电机轴承暂行规定》。具体要求列于表 3-9。

轴承成品进厂应由有关部门组织验收，检查轴承质量合格证，并按标准规定测量方法，对如下主要项目进行检验。

（1）轴承零件外观检查，不得有锈蚀、裂纹与损坏；

（2）轴承内径、外径和内圈宽度的尺寸精度，按 GB307.2

表 3-9

轴承型号	单个轴承振动加速度(dB)不超过	轴承型号	单个轴承振动加速度(dB)不超过
180204K	43	311	57
180205K	44	312	59
180206K	45	313	60
180306K	47	314	61
180308K	51	317	64
180309K	53	319	66
309	55	322	69

84《滚动轴承公差的测量方法》进行检查；

（3）轴承径向游隙，按 JB3573-84《滚动轴承径向游隙的测量方法》进行检查；

（4）对于轴承公称内径为 60mm 的单个轴承的振动加速度，采用 ZZ-1或 S0910测量仪按 ZQ25-85《向心球轴承振动 测量方法》进行测量。

3.5 轴承清洗及安装

Y系列电机采用单列向心球轴承及单列向心短圆柱轴承（称普通轴承），其中 $H132$及以下电机的轴承带密封圈。

轴承的清洗和安装的正确与否，将直接影响到电机的轴承噪声。

普通轴承清洗前，首先要去除轴承包封用防锈剂。如使用油脂防锈脂，将去除包装材料的轴承置于 100℃左右的 3 号锭子油的油箱中加热 10～15min；对保持架用水剂防锈，而其余零件用油质防锈脂的轴承，可采用含量为 2～3%的油酸钠皂水溶液或 664 清洗剂溶液，在加温（油酸溶液加热温度为 80～90℃；664 清洗剂溶液加热温度为 75～80℃）和室温下，依次将轴承分别浸入 2～3min，然后经清水漂洗后，将轴承置于汽油或煤油中清洗并脱水。

轴承清洗分两次进行，先在盛有汽油的清洗盆中来回搅动多

次，随后用手握住轴承内圆，转动外圆，在转动过程中，放在另一只盛有汽油的盆中清洗。轴承凉干后置于垫有纸的清洁的木箱中。

轴承的安装，可采用油压方法。要求在对轴承内圈施加无冲击载荷的情况下，将轴承装上轴的轴承挡。普通轴承安装时，允许采用热套法，加热时油温不得超过 100℃，而且轴承应得到均匀加热。

3.6 绕组制造和嵌线工艺

3.6.1 定子线圈绕线工艺

Y 系列电机的定子绕组均采用散嵌式绕组，其主要的制造工艺流程为：绕线圈—嵌线—校验—绝缘处理。

散嵌式绕组的线圈由圆电磁线绕制而成。电磁线为 QZ-2 型高强度聚酯漆包圆铜线。

绕线时，首先按规定的规格和一次连绕线圈的个数、组数及并绕根数，剪制好绝缘套管，依次套入导线。绝缘套管为 2730 醇酸玻璃漆管。然后在绕线模上绕完第一只线圈。绕线时，导线在槽中自左至右排列整齐、紧密，不得有交叉。移出近处的一个绝缘套管，按规定留出连接线长度并固定在线模特制的柱销上。按上述步骤绕完其余的线圈。引入扎线，对 H180～200机座 2 极和 H225～280机座电机，在线圈的直线边各扎二处，端部各扎一处。其余中心高电机，在线圈的直线边和端部各扎一处。最后按规定的长度留出线圈末端的引线头。

绕完后的线圈，其匝数应完全正确。导绕的接头或损伤在每只线圈中不得超过一处；每相绕圈组中，不得超过二处；每台电机不得超过 4 处，且接头必须在端部斜边处，用绝缘带重叠包扎一层，其长度与导线绝缘重叠部分应大于 15mm，总长不应超过 100mm。

3.6.2 定子绕组嵌线工艺

嵌线之前，用压缩空气将铁心吹干净，槽内不应有可观察到

的毛刺及焊渣。放入槽绝缘，其伸出铁心的两端长度相等。检查定子线圈是否有裂纹、掉漆现象，并按规定的尺寸和节距整理线圈的外型。

嵌线的工艺过程，如 10.7.6 所述。

嵌完线后，应检查相间绝缘是否垫好，放入端部开型工具，用木锤轻敲整形，使它达到图纸的要求。修剪相间绝缘时，应使边缘高出线圈 3～5mm。

嵌好的线圈，其节距应符合图纸，线圈连接线应正确。绕组端部导线应排列整齐无严重交叉现象，端部绝缘形状应符合规定。槽楔在槽中应松紧合适，槽楔不得高出铁心内圆，并且伸出铁心两端长度相等。绕组端部的扎线应符合规定要求。槽底绝缘不应有破裂现象，导线绝缘不得损坏。槽口绝缘如有破裂，必须用与槽绝缘材料相同的材料填好，但破裂总数不得超过 3 处，且不准破裂到铁心。

嵌线时不得用铁制工具直接碰撞导线，端部整形时不得过份用力，以免损伤绝缘。堆放及搬运过程中不得损伤线圈绝缘。

3.7 定子绕组浸漆和干燥处理工艺

3.7.1 沉浸工艺

Y 系列电机定子绕组浸渍用溶剂漆牌号为 1032 三聚氰胺树脂漆（JB2718-80），规定沉浸两次，也可采用 EIU、319-2 等环氧聚酯类无溶剂漆，沉浸一次。

1032 漆进行两次沉浸时，浸渍漆粘度首先采用 22～26 s（20℃涂料 4 号粘度计），第二次用 30～38 s。多次浸漆时，在每次浸漆后应在适合的温度下进行干燥，使前后二次漆膜粘合不分层又不致互溶。

浸漆用浸漆缸应带有密封的盖罩，应注意保持用漆的清洁度。最好将浸漆缸和储漆的容器分开。

表 3-10 列出 1032 漆沉浸的浸渍干燥规范。

定子绕组烘干用烘房，应该是具有强迫循环通风，测量和调

表3-10 1032漆沉浸的浸渍干燥规范

工序名称	处理温度（℃）	时　间	绝缘电阻稳定值（MΩ）
工件预烘	120± 5	5～7 h（*H*80～160）	>50
		9～11 h（*H*180～280）	>15
第一次浸漆	60～80	>15min	
滴漆	室　温	大于30min	
烘干	130± 5	6～8 h（*H*80～160）	>10
		14～16 h（*H*180～280）	>2
第二次浸漆	60～80	10～15min	
滴漆	室　温	大于30min	
烘干	130± 5	8～10 h（*H* 80～160）	>1.5
		16～18 h（*H*180～280）	>1.5

节温度设备。并附有测量工件绝缘电阻的接线装置，其工作温度为 130±5℃。

浸漆、滴漆场所应保持通风良好，清洁干燥，定期检查空气中有毒气体含量不得超过规定标准。绝缘漆、溶剂应按要求妥善存放在阴凉场所。

工件在搬运、堆放中应注意保护绕组和绝缘部位，以免发生碰伤、擦伤情况。

3.7.2 滴浸工艺

滴漆工艺是将已嵌好线的定子或转子夹持在夹具上，工件在旋转的状态下完成预热——滴浸——凝胶——固化四个工序的全过程。工件加热方式可采用通电加热或循环热风加热或二者兼有的方式。在滴浸工序中，工件一般呈5～20°的倾斜角，也有用水平滴浸。

滴浸用的无溶剂漆具有粘温特性陡、快速凝胶和固化的特点，一般在一小时以内即可完成全部过程。为此，滴浸漆可分为二个组份分别包装，在使用前混合，使用期约为 6～24 h 随漆品种不同而异；分组份贮存期为六个月；兼有贮存期长和固化快的特点。

滴浸漆大多为环氧或聚酯型，由于聚酯型的成本低，发展趋

向是大量采用不饱和聚酯，但机械应力大的绕组的用环氧型。推荐应用范围见表 3-11。

表3-11 推荐的滴浸漆应用范围

应用范围	目前应用	发展趋势
小型电动机转子	聚酯/环氧	聚酯
应力大的电机转子	环氧	环氧
50kg以下的定子	聚酯	聚酯
200kg以下的定子	聚酯	聚酯
200kg以上的定子	环氧	聚酯

滴浸工艺参数与工件尺寸，绝缘结构、滴浸漆的性能有关。滴漆量、滴浸速度、倾斜角度、工件转速都要通过实验选定。最后制订出预热温度和时间，滴漆温度和时间、凝胶温度和时间，固化温度和时间等四项主要参数。

滴浸工艺与滴浸漆的特性有十分密切的关系。以 J 1132-D_3 漆为示例的粘温曲线、凝胶曲线和固化性能分别见图 3-2、3-3 和表 3-12。从图 3-2 可看出滴漆温度以 60～90℃为宜，滴浸时间从图 3-2 查得可不大于 50min，为了提高效率，可调整倾斜角和转速使滴浸速度达到最大，转速以不出现甩漆或滴落现象为准，倾斜度以填充全部绕组前（即达到滴漆量）下端无滴落或过多堆积为准。凝胶时间可从图 3-3 中选择，例如 130° 为七分钟。固化时间从表 3-12 可选 130～140℃、三分钟。上述图 3-2、图 3-3 和表 3-12 应由绝缘厂提供或由实验室测定。

表3-12 固化温度和时间的推荐

固化条件		120℃/30min	130℃/30min	140℃/30min	130℃/5 h
P_v(Ω·cm)	室温	2×10^{13}	2×10^{15}	7×10^{15}	6×10^{15}
	130℃	2×10^{10}	2×10^{11}	8×10^{10}	3×10^{11}
	浸水24 h	4×10^{12}	4×10^{13}	2×10^{14}	4×10^{14}

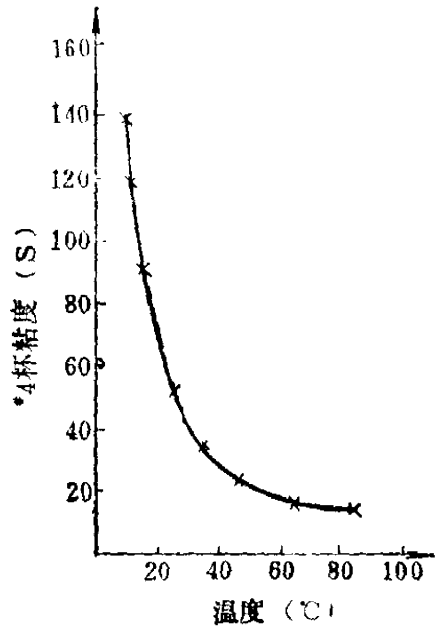


图3-2　J 1132-D₃滴浸漆的粘温曲线

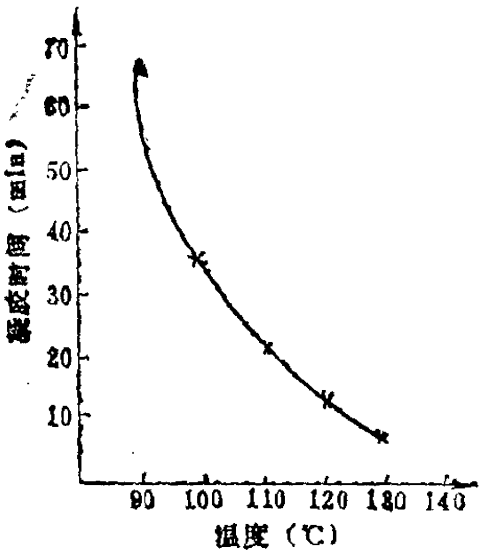


图3-3　J 1132-D₃滴浸漆的凝胶温度-时间曲线

第四章　Y系列小型三相异步电动机的试验方法

4.1 试 验 规 则

本试验规则适用于基本系列的电动机（IP44及IP23型），其他派生系列的特殊试验项目，在各有关章节中介绍。

电动机的试验分为三类：（1）出厂试验；（2）型式试验；（3）定型试验。

出厂试验包括常规检查试验和抽样试验。常规检查试验是对每台电机在制造完工后所进行的试验，以判明其是否符合标准；抽样试验，是在同一批产品中随机地提取几台所进行的试验。只有出厂试验合格后的产品才能出厂，并应附有合格证书。型式试验，是对按照某一设计而制造的一台或几台电机所进行的试验，以表明这一设计符合一定的标准。凡遇下列情况之一者，应进行型式试验：（1）新产品试制完成时；（2）电机设计或工艺上的变更足以引起某些性能发生变化时，则应进行有关型式试验项目；（3）当检查试验结果与以前进行的型式试验结果发生不可容许的偏差时；（4）各类型电机所规定的定期抽试，Y系列电机规定每年至少抽试一次。定型试验是在产品设计定型时或当结构和工艺有较大改变时所进行的试验。Y系列电机定型时，都全面地进行了定型试验。

此外，对用户而言，还有验收试验和投入运行试验。验收试验，是为执行合同所进行的，以向用户证明电机符合标准中某些条件的一种试验。投入运行试验，是在现场对电机进行的，以表明其安装和运转正常的一种试验。

4.1.1 出厂试验项目

（1）机械检查

1）轴承检查；2）外观检查；3）安装尺寸、外形尺寸及键的尺寸检查；4）径向跳动及底脚支承面的平行度和平面度的检查；5）振动检查。

（2）电气性能试验

1）定子绕组在实际冷态下直流电阻的测定；2）耐电压试验；3）短时升高电压试验；4）空载电流和损耗的测定；5）堵转电流和损耗的测定；6）噪声试验；7）绕组对机壳及绕组相互间绝缘电阻的测定。

上述的（1），1）、2）；（2），1）～5）、7）项必须每台检查；（1），3）～5）和（2），6）项可进行抽查。

4.1.2 型式试验项目

（1）出厂试验的全部项目；

（2）温升试验；

（3）效率、功率因数的测定；

（4）短时过转矩试验；

（5）最大转矩的测定；

（6）起动过程中最小转矩的测定；

（7）超速试验。

型式试验中的空载试验和堵转试验，要量取空载特性曲线和堵转特性曲线。

4.1.3 定型试验项目

（1）型式试验的全部项目；

（2）外壳防护等级试验；

（3）40℃交变湿热试验；

（4）气隙不均匀度检查。

4.2 试验方法和标准

Y系列试验方法和标准有：

（1）JB3074-82《Y系列(IP44)三相异步电动机技术条件》；

（2）GB1032-85《三相异步电动机试验方法》；

（3）GB2807-81《电机振动测定方法》；

（4）GB2806-81《电机噪声测定方法》；

（5）GB4772-84《电机尺寸及公差》；

（6）GB4942.1-85《电机外壳防护分级》；

（7）GB2423.4-81《电工电子产品基本环境试验规程》；

（8）GB755-81《电机基本技术要求》。

4.3 简易试验方法

Y系列电动机的试验要求在有关标准中已作了详细的规定，各电机制造厂在进行产品的出厂试验和型式试验时，均应严格地按有关标准的规定进行，在此不再赘述。但是对广大电机用户而言，有时要进行电机故障分析或电机维修必要的试验，因限于试验设备，无法全部按标准的规定进行，为此，下面介绍一些简易试验方法和换算方法，以供估算电机性能之用。

4.3.1 冷态绝缘电阻合格值的估算

Y系列电机绕组的绝缘电阻，采用500V兆欧表进行测定。标准规定热状态下绕组的绝缘电阻值，约为0.38MΩ。由于电机绕组的绝缘电阻，随温度的变化而呈指数变化，一般是随温度的上升而下降，因此室温下冷态绝缘电阻的合格值应按下式进行换算：

$$R_t = 0.38 \times 2^{\frac{75-t}{10}} \quad (M\Omega) \qquad (4\text{-}1)$$

式中 t ——室温(℃)。

由此得出各种室温下冷态绝缘电阻的合格值如表4-1所示。

表 4-1

t(℃)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
R_t(MΩ)	69	47	34	24	17	12	8.6	6	4.3

4.3.2 空载试验及其结果分析

空载试验是电机的基本试验项目之一。该试验的目的是求取

额定电压和额定频率下的空载电流和空载损耗，检查电机气隙、绕组参数、铁心质量以及装配是否正常；或者求取空载特性曲线，确定电机的铁耗和机械损耗，验证新产品磁路设计是否合理。

由于大部分电机用户部门的试验电源设备无法满足GB 1032-85的要求，因此空载试验结果需进行一系列的换算。

（1）三相空载电流不平衡

Y系列电机的技术条件规定：当三相电源对称时，额定电压下的三相空载线电流，任何一相与其平均值的偏差不大于平均值的10%。一般合格的电机都能满足此要求。可是有些用户在试验中，往往发现三相空载电流不平衡率大于10%。究其原因，很可能是试验电源电压不平衡率超过1%。通常电源电压不平衡率为1%时，电机的铁耗可增大6%，空载电流不平衡率可能达15%左右。

（2）空载电流和空载损耗过大

Y系列电机在额定电压下的空载电流，约为额定电流的16～55%（2极电机的百分数偏小，6、8极电机的百分数偏大），空载损耗约为额定功率的3～8%（2极电机的百分数偏大，6、8极电机的百分数偏小）。同规格电机空载电流的波动幅度约为5～15%，空载损耗的波动幅度约为5～20%。

空载电流和空载损耗过大的原因是：（1）绕组匝数少；（2）铁心质量差或定转子铁心未对齐。而用户单位直接采用动力电源做空载试验时，因为电源电压过高，也会使空载电流和空载损耗过大。

（3）铁耗和机械耗的简易分离

对于△接法的Y系列电机，首先在电网电压U_0下测取空载输入功率$P_{0\triangle}$和空载电流$I_{0\triangle}$；然后将电动机改为Y接法，在同样的U_0下测取P_{0Y}和I_{0Y}。最后测量定子绕组的线电阻r_1。对应U_0的铁耗P'_{Fe}为：

$$P'_{Fe}=\frac{P_{0\triangle}-P_{0Y}-P_{0Cu\triangle}+P_{0CuY}}{0.67}\quad(\mathrm{kW})\qquad(4\text{-}2)$$

式中 $P_{0C\cdot\triangle}=1.5r_1I_{0\triangle}^2$(kW)

$P_{0C\cdot Y}=1.5r_1I_{0Y}^2$(kW)

因此，△接时电机的机械耗P_{fw}为：

$$P_{fW}=P_{0\triangle}-P_{0C\cdot\triangle}-P'_{Fe} \quad (kW) \tag{4-3}$$

额定电压U_N下的铁耗 P_{Fe}为：

$$P_{Fe}=P'_{Fe}\left(\frac{U_N}{U_0}\right)^2 \quad (kW) \tag{4-4}$$

（4）额定电压时的空载电流换算

额定电压时的空载电流 I_{0N}按下式换算：

$$I_{0N}=I_0\frac{1-0.66U^*}{0.18+0.16U^*} \quad (A) \tag{4-5}$$

式中 I_0——空载试验电流(A)；

$U^*=\dfrac{U_0}{U_N}$ 〔U_0——空载试验电压 (V)〕。

（5）频率不为额定值时，铁耗和机械耗的修正

设试验时的频率为 f，额定频率为f_N，其对应的电压为U'_0和 U_0；铁耗为 P'_{Fe}和 P_{Fe}；机械耗为 P'_{fw}和P_{fw}。则：

$$U_0=\frac{f_N}{f}U'_0 \quad (V) \tag{4-6}$$

$$P_{Fe}=P'_{Fe}\frac{f_N}{f_N+1.5(f_N-f)} \quad (kW) \tag{4-7}$$

$$P_{fW}=P'_{fW}\frac{f_N}{f_N+2(f_N-f)} \quad (kW) \tag{4-8}$$

4.3.3 堵转试验

堵转试验的目的，是为了测定电动机的堵转电流和堵转转矩，量取堵转特性、测取作圆图所需的数据，考核笼型转子的铸铝质量及转子槽形设计的合理性。

在检查试验中，应在 100 V 的电压下进行堵转试验，测取堵转时的电流 I_K和损耗 P_K。

（1）试验结果分析

制造质量稳定时，同规格笼型异步电动机，在 100 V 时的堵转

试验电流一般只相差3～6%，很少超过10%；堵转试验损耗一般只相差5～10%。三相堵转试验电流的不平衡度，一般也不超过2～3%。堵转电流偏大。多半是定子绕组匝数少、转子槽斜度不够、气隙过大、定、转子铁心未对齐等原因造成的。堵转电流偏小的原因，可能是铸铝转子铁心叠片错片、斜槽时槽口犬牙交错、笼型导条杂质多或有缩孔、夹渣或断条、气隙小于允许值等。堵转试验电流过小，会导致最大转矩和堵转转矩下降。

（2）堵转电流和堵转转矩的换算

对于没有调压设备的用户单位，可利用现成的起动设备，测取 I_K 和 T_K，换算出额定电压下的 I_{KN} 和 T_{KN}。换算公式为：

$$I_{KN} = I_K \left(\frac{U_N}{U_K}\right)^a \quad (\mathrm{A}) \quad (2\text{极电机，}\ a=1.3;\ 4\sim8\text{极电机，}\ a=1.25) \tag{4-9}$$

$$T_{KN} = T_K \left(\frac{I_{KN}}{I_K}\right)^{1.8} \quad (\mathrm{N\cdot m}) \tag{4-10}$$

如采用Y-△起动器时，可在Y接时进行堵转试验，测取 I_{KY} 和 T_{KY}。由于△接时的相电压为Y接时的$\sqrt{3}$倍，线电流也为Y接时的$\sqrt{3}$倍，所以△接时的堵转电流 $I_{K\Delta}$ 为：

$$I_{K\Delta} = \sqrt{3} I_{KY}\left(\frac{U_{\Delta\phi}}{U_{Y\phi}}\right)^a = \sqrt{3} I_{KY}(\sqrt{3})^a$$

由此得出：2极电机，$I_{K\Delta} \approx 3.54 I_{KY}$，$T_{K\Delta} \approx 3.62 T_{KY}$

4～8极电机，$I_{K\Delta} = 3.28 I_{KY}$，$T_{K\Delta} = 3.44 T_{KY}$

例如：Y160M-4，11kW，Y接时，在电源电压380V下测得的 $I_{KY}=34.6\mathrm{A}$，$T_{KY}=27.4\mathrm{N\cdot m}$，换算得：

$I_{K\Delta}=3.28\times34.6=113.5\mathrm{A}$（实测为119A）

$T_{K\Delta}=3.44\times27.4=96\mathrm{N\cdot m}$（实测为9.8kg·m）

4.3.4 温升试验

电机温升是电机运行的重要参数之一，超过规定的限值将会影响电机的寿命和可靠性。Y系列电动机，定子绕组采用B级绝缘，温升限值规定为80K，但设计时考虑了生产工艺和材料的

波动，大都留有 10K左右的裕度。温升试验方法，按照 GB1032-85《三相异步电动机试验方法》进行。在电机制造厂中，一般采用直接负载法进行温升试验，加负载的方法为功率消耗法和回馈法，其中皮带轮回馈法最常用。它是将两台相同的异步电动机用皮带和皮带轮联接，负载电机装上小轮，被试电机装大轮，两轮直径之比约为 1.05～1.2，靠调节皮带张力来改变负载。但是电机用户单位，可采用被驱动的设备作为负载进行温升试验。

（1）以风机、水泵为负载进行试验

若风机、水泵在正常运行时，电机的定子电流 I_1约为额定电流 I_N 的 0.9 倍左右时，则只要测取对应 I_1 的稳定温升 $\Delta\theta_1$，然后按下式求取满载温升 $\Delta\theta_N$：

$$\Delta\theta_N=\Delta\theta_1\left(\frac{I_N}{I_1}\right)^2\left[1+\frac{\Delta\theta_1\left(\frac{I_N}{I_1}\right)^2-\Delta\theta_1}{K_a+\Delta\theta_1+\theta_F}\right]\quad(\mathrm{K})\quad(4\text{-}11)$$

式中 $K_a=235$；

θ_F——对应 $\Delta\theta_1$的环境温度(℃)。

若风机、水泵在正常运行时，电机定子电流 I_1 与额定电流 I_N之比约为 0.6～0.7 时，则应按下列方法进行试验：

首先关闭风机、水泵的阀门，使电机在最低负载下，按 GB1032-85所述的方法，测取稳定温升 $\Delta\theta_1$ 和对应的定子电流I_1。然后调节风机、水泵的阀门，使电机在正常的负载下，测取另一稳定温升 $\Delta\theta_2$ 和对应的定子电流 I_2。按下式求取满载温升：

$$\Delta\theta_N=\left[\Delta\theta_2+(\Delta\theta_2-\Delta\theta_1)\frac{I_N^2-I_2^2}{I_2^2-I_1^2}\right]\times\left[1+\frac{(\Delta\theta_2-\Delta\theta_1)\frac{I_N^2-I_2^2}{I_2^2-I_1^2}}{235+\Delta\theta_2+\theta_F}\right]\quad(\mathrm{K})\qquad(4\text{-}12)$$

（2）以机床为负载进行试验

由于驱动各种机床的电机，其负载一般不超过60%，所以不必在机械加工时进行负载试验。首先取下电机的传动皮带，在

380 V 电压下，使电机进行空载温升试验，测定温升 $\Delta\theta_0$ 和对应的定子电流 I_0；然后使电机驱动机床空转，测取稳定温升 $\Delta\theta_1$ 和对应的定子电流 I_1。按下式求取满温升 $\Delta\theta_N$：

$$\Delta\theta_N = \left[\Delta\theta_0 + (\Delta\theta_1 - \Delta\theta_0)\frac{I_N^2 - I_0^2}{I_1^2 - I_0^2}\right] \times \left[1 + \frac{(\Delta\theta_1 - \Delta\theta_0)\dfrac{I_N^2 - I_0^2}{I_1^2 - I_0^2}}{235 + \Delta\theta_0 + \theta_F}\right] \quad (\mathrm{K}) \qquad (4\text{-}13)$$

4.3.5 工作特性的测取

Y系列电动机的工作特性，应按 GB 1032-85 的有关规定测取。但用户在维修和进行能量平衡计算时，可按下列方法测取电机的工作特性。

（1）以被驱动的设备为负载进行负载试验，测取电机的定子电流 I_1 和 I_2 及对应的转差率 s_1、s_2。

（2）求对应 I_1 和 I_2 的负载率

$$K_1 = \sqrt{\frac{I_1^2 - I_0^2}{I_N^2 - I_0^2}} \qquad K_2 = \sqrt{\frac{I_2^2 - I_0^2}{I_N^2 - I_0^2}} \qquad (4\text{-}14)$$

（3）求换算至工作温度时的满载转差率

$$s_{ref} = \sqrt{\frac{s_1 s_2}{K_1 K_2}}\ \frac{228 + 75}{228 + \Delta\theta_N + \theta_F} \qquad (4\text{-}15)$$

（4）用异步机反转法求额定电流 I_N 对应的杂散耗 P_{SN}，按照 GB1032-85进行试验。Y系列(IP44)的实测杂散耗平均值和推荐值如表 4-2 所示：

表 4-2

极数		2	4	6	8
杂耗 P_{SN}/P_N(%)	实测平均值	1.952	1.692	1.586	1.472
	推荐值	2.0	1.7	1.6	1.5

因此，无条件实测杂散损耗的单位，可采用上表的推荐值。

（5）求对应 I_N 的定子和转子绕组的 I^2R 损耗

1）求换算至基准工作温度时的定子绕组电阻 R_{ref}

$$R_{ref}=R_1\frac{235+75}{235+\theta_c}\quad(\Omega)\tag{4-16}$$

式中 R_1——在电机两出线端测得的线电阻(Ω)；

θ_c——实际冷状态时绕组的温度(℃)。

2）求定子绕组的 I^2R 损耗 P_{Cu1}(kW)

$$P_{Cu1}=1.5I_N^2R_{ref}\tag{4-17}$$

3）求转子绕组的 I^2R 损耗 P_{Cu2}(kW)

$$P_{Cu2}=\frac{(P_N+P_{SN}+P_{fW})S_{ref}}{1-S_{ref}}\tag{4-18}$$

式中 P_N——额定输出功率(kW)；

P_{fW}——机械耗，由空载试验测取(kW)。

（6）求输入功率 P_1(kW)

$$P_1=P_{Fe}+P_{fW}+P_{Cu1}+P_{Cu2}+P_{SN}+P_N\tag{4-19}$$

（7）求效率 η_N 和功率因数$\cos\varphi$

$$\eta_N=\frac{P_N}{P_1}\tag{4-20}$$

$$\cos\varphi=\frac{P_1\times10^3}{\sqrt{3}\,U_NI_N}$$

（8）按表 4-3 所列公式求工作特性

4.3.6 最大转矩的测定

最大转矩的大小，表明电机的过载能力，正确测定这一转矩，不仅为用户选择电机带来方便，而且为确保电机的可靠运行，提供了重要的依据。Y系列电机最大转矩的测定，按GB 1032-85的有关规定进行。条件不具备时，可采用下式计算求得：

$$K_{Tm}=\frac{0.4I_{KN}}{I_N\cos\varphi}\tag{4-22}$$

式中 K_{Tm}——最大转矩与额定转矩的比值；

I_{KN}——额定电压下的堵转电流，由堵转试验测定(A)；

表4-3 以Y250M-2，55kW为例

计算项目	计算公式	K值					
		1.2	1.0	0.9	0.75	0.5	0.25
定子线电流(A)	$I_1=\sqrt{K^2(I_N^2-I_0^2)+I_0^2}$	120.4	102.3	93.4	80.4	60.1	43.5
总损耗ΣP(W)	$\Sigma P=\left[\left(\frac{1}{\eta_N}-1\right)P_N-P_0\right]K^2+P_0$	6100	5033	4568	3967	3208	2752
输出功率P_2(W)	$P_2=KP_N$	66000	55000	49500	41250	27500	13750
输入功率P_1(W)	$P_1=P_2+\Sigma P$	72100	60033	54068	45217	30708	16500
效率η(%)	$\frac{P_2}{P_1}$	91.54	91.62	91.55	91.23	89.55	82.24
功率因数$\cos\varphi$	$\cos\varphi=\frac{P_1}{\sqrt{3}U_NI_1}$	0.91	0.892	0.88	0.833	0.776	0.576
转差率S(%)	$K\cdot S_{ref}$	1.031	0.859	0.773	0.644	0.429	0.215

注：按4、3、5，(1)～(7)，求η_N、S_{ref}、$\cos\varphi$、P_1和$\Sigma P(K=1)$

Y250M-2，55kW的有关实测数据为：$I_N=102.3$ A，$I_0=36.4$ A

$R_{ref}=0.0573\Omega$，$P_{Fe}=935$W，$P_{fw}=1600$W，$P_{SN}=1071$W，

计算时取$P_{SN}=1100$W，$I_1=59.67$ A时，$s_1=0.418\%$；$I_2=68.53$ A时，$s_2=0.53$，算得$s_{ref}=0.859\%$（实测为0.85%）。实测$\eta_N=91.67$$\cos\varphi=0.891$，$P_0=2600$W。

I_N、$\cos\varphi$——额定电流(A)和满载功率因数。

例如：Y802-4，0.75kW，$I_{KN}=10.3$ A，$I_N=2.04$ A，$\cos\varphi=0.755$

$$K_{Tm}=\frac{0.4\times10.3}{2.04\times0.755}=2.67\quad(\text{实测 }K_{Tm}=2.81)$$

Y250M-2，55kW，$I_{KN}=788$ A，$I_N=102$ A，$\cos\varphi=0.891$

$$K_{Tm}=\frac{0.4\times788}{102\times0.891}=3.47\quad(\text{实测}K_{Tm}=3.63)$$

第五章　电气派生系列

在基本系列电磁设计的基础上略作改动，如冲片槽形、铁心长度、绕组或某些工艺与基本系列不同，使电机具有某种不同的特性（例如YD变极多速电动机系列、YX高效率电动机系列、YH高转差率电动机系列），或适应某些特殊电源条件（例如Y(IP44)60Hz电动机系列）等，此种产品称为电气派生系列。

5.1　YX系列高效率三相异步电动机

对于年运行时间长，负载率较高的场合，采用高效率电动机可较大幅度地节约电能。YX系列就是按此需要而设计的。该系列电机不仅在额定负载时具有较高的效率水平，而且在50～100%负载率的范围内还具有比较平坦的效率特性，有助于提高电机实际运行时的节能效果。

YX系列电动机的功率和机座号的对应关系与Y系列(IP44)的相同，机座中心高为H100～280mm，四极电动机的功率范围为1.5～90kW。

YX系列与Y系列（IP44）相应规格相比，效率平均提高3%，功率因数平均提高约0.004，总损耗平均下降28.8%。YX系列与美国西屋公司MAC-Ⅱ系列和法国CEM公司的M2E系列相比，性能相当。

5.1.1　降低损耗、提高效率的若干措施

通过典型规格样机的试验验证，结果表明，除适当增加用铜、用铁量，以降低电机铜耗与铁耗之外，采用下述措施对降低电机损耗、提高电机效率均有一定效果。

（1）合理选择槽配合

采用少槽-近槽配合，同时适当增加定、转子槽数，可以减

少电机杂散损耗约20%，表5-1列出了YX系列电机定、转子槽配合。

表5-1 槽配合

极数	中心高（mm）								
	100	112	132	160	180	200	225	250	280
	定子槽数/转子槽数								
2	24/20	36/28	36/28	36/28	36/28	36/28	36/28	42/34	42/34
4	36/32	36/32	36/32	48/44	48/44	48/44	48/44	48/44	60/50
6	36/33	36/33	36/33	54/44	54/44	72/58	72/58	72/58	72/58

（2）采用较好的导磁材料及冲片退火处理

采用比铁耗较低的导磁材料，可降低电机的铁耗，同时对冲片进行退火处理，可减小电机铁耗10%左右。表5-2列出了DR420-50、W18G、DR325-35等导磁材料的性能指标的实测值，其典型的磁化曲线和损耗曲线分别见图5-1～5-6。

表5-2 导磁材料性能

牌号	厚度（mm）	$P_{10/50}$（W/kg）	$P_{15/50}$（W/kg）	B_{25}（T）
DR420-50	0.5	1.85	4.20	1.540
W18G	0.5	2.00	4.40	1.645
DR325-35	0.35	1.32	2.97	1.545

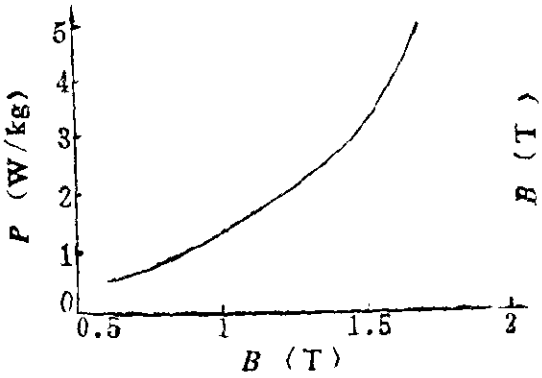


图5-1 DR420-50铁心损耗曲线

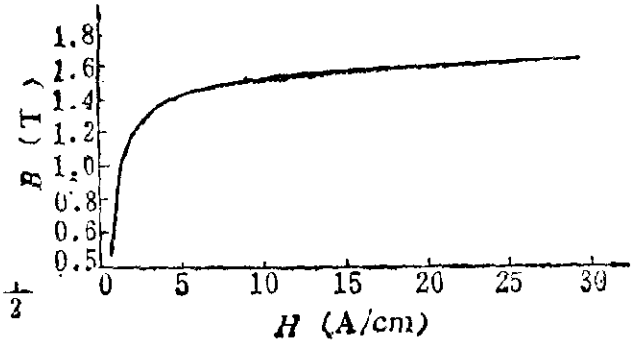


图5-2 DR420-50硅钢片磁化曲线

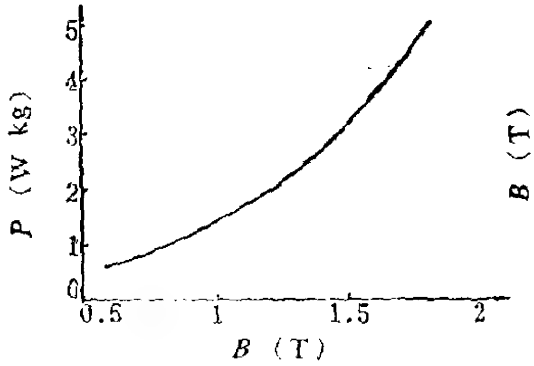


图5-3　W18G铁心损耗曲线

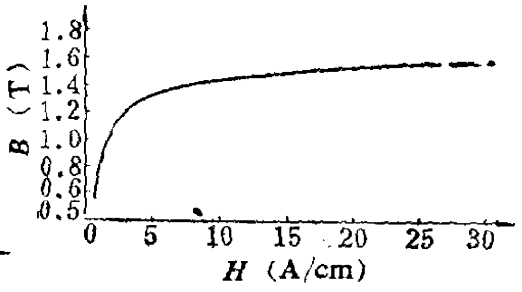


图5-4　W18G材料磁化曲线

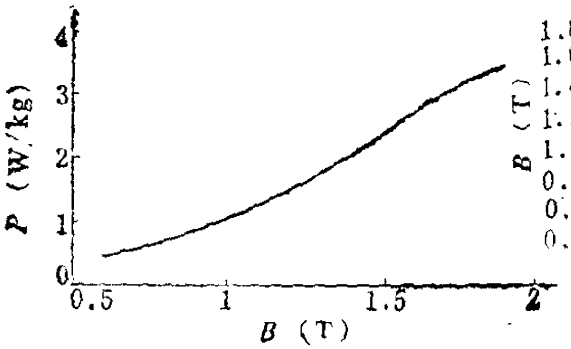


图5-5　DR325-35
铁心损耗曲线

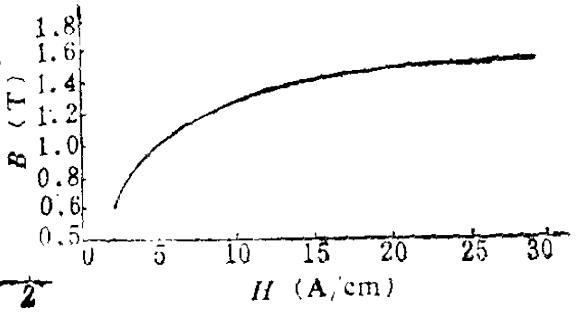


图5-6　DR325-35硅
钢片磁化曲线

（3）采用正弦绕组

正弦绕组不仅可减小电机的相带谐波，改善气隙磁势曲线，以接近正弦分布，而且提高了绕组的基波分布系数，从而可减小电机的杂散损耗约30%，效率可提高5%左右，因此在YX系列中H132～280机座范围内采用了“△-Y”串联的正弦绕组。为了简化正弦绕组的结构，利于工厂生产，对于定子每极每相槽数q为奇数时，采用$q_{\triangle}=(q+1)/2$和$q_{Y}=(q-1)/2$分布的正弦绕组型式，此时仍应满足△部分绕组每槽导体数等于Y部分绕组每槽导体数的$\sqrt{3}$倍，以及△和Y部分绕组的槽利用率相同这一条件。对于上述结构的正弦绕组的基波及谐波的绕组系数可按下式计算。

对于每极每相槽数q为偶数（$q_{\triangle}=q_{Y}$）时，ν次谐波的绕组系数$K_{dp\nu}$为：

$$K_{dpv}=\frac{2\sin\frac{q}{2}\cdot\frac{v\alpha}{2}}{q\sin\frac{v\alpha}{2}}\cdot\sin\left(v\cdot\frac{y}{\tau}\cdot\frac{\pi}{2}\right) \qquad (5\text{-}1)$$

对于每极每相槽数 q 为奇数时：

$$K_{dpv}=\frac{\dfrac{\sin q_{\triangle}\dfrac{v\alpha}{2}}{\sin\dfrac{v\alpha}{2}}+(-1)^{k}\dfrac{\sin q_{Y}\dfrac{v\alpha}{2}}{\sin\dfrac{v\alpha}{2}}}{q_{\triangle}+q_{Y}}\times\sin\left(v\cdot\frac{y}{\tau}\cdot\frac{\pi}{2}\right) \qquad (5\text{-}2)$$

式中 α——槽角度；

y——节距；

τ——极距；

$v=\pm6k+1$ （$k=0$，1，2，3，……）。

对于 $q_{Y}=(q+1)/2$ 和 $q_{\triangle}=(q-1)/2$ 型式的绕组，仅将 $q_{\triangle}$ 作为 q_{Y}、q_{Y} 作为 $q_{\triangle}$ 代入上式同样可以进行计算。将 $v=1$ 代入上式即为基波绕组系数。YX系列定子绕组参数见表 5-3。

（4）合理设计风扇

风扇结构与参数对电机的性能，特别是对温升和效率有直接影响。鉴于高效率电机的热负荷相对于基本系列为低，因此在满足电机温升前提下，合理选择风扇结构和参数，降低风扇功耗，以提高电机效率。

YX 系列与基本系列相应规格相比，同样采用双向离心式风扇，全系列风摩耗平均下降 40%。考虑到在封闭自扇冷式异步电机中，大功率的 2 极和 4 极电机的风摩耗占总损耗的比例较大（一般约 20%），以及高效率电机主要使用于连续运行的场合，因此在 H200～280 机座、功率 30～90kW范围内部分 2 极和 4 极规格中，还设计了单向轴流式风扇，可进一步提高电机效率约 0.5%。表 5-4列出了 YX 系列中可采用轴流式风扇的规格。

表5-3 定子绕组参数

极数	功率（kW）	接法	每槽线数	线圈型式	线规（根-mm）	节距	τ_y（mm）	f_d（mm）	d_1（mm）	平均半匝长（mm）
2p	3	1-人	38	单层同心	2-ϕ0.85	1～12 2～11	131	51	15	296
	4	1-△	37		1-ϕ1.18	1～18 2～17 3～16	152	65		335
	5.5	1-人	19/33	单层正弦	3-ϕ1.12 / 1-ϕ1.0 1-ϕ1.06	1～21 2～20 3～19	199	80		369
	7.5		15/26		2-ϕ1.25 1-ϕ1.3 / 2-ϕ1.18					404
	11		11/20		2 ϕ1.12 / 2-ϕ0.85 4-ϕ1.18 / 4-ϕ0.9		250	99		468
	15		9/16		6-ϕ1.3 / 2-ϕ1.18 2-ϕ1.25					508
	18.5		8/14		6-ϕ1.3 1-ϕ1.25 / 4-ϕ1.3					533
	22	2-人	16/28	双层正弦	2-ϕ1.3 / 2-ϕ1.25 3-ϕ1.25 / 1-ϕ1.18	1～15	229	88	20	533
	30		16/28		6-ϕ1.3/3-ϕ1.4	1～14	240	94		545
	37		14/24		5-ϕ1.4 1-ϕ1.3 / 4-ϕ1.3					580

	45		12/20		4-φ1.4 / 5-φ1.4 5-φ1.3	1～15	294	115		633
	55		8/14		10-φ1.4 / 5-φ1.5 2 φ1.5 / 1-φ1.6	1～17	308	115	25	674
	75		8/14		10-φ1.5 / 9-φ1.5 5-φ1.6		352	138		742
	90		6/12		16-φ1.6 / 6-φ1.5 4-φ1.6					777
	2.2	1-人	35	单层交叉	1-φ1.18	2/1～9 1/1～8	77	29	15	255
	3		29		1-φ..30					280
	4	1-△	46		1-φ1.25		87	35		291
	5.5	1-人	23/39	单层正弦	2-φ1.12 / 1-φ1.0 1-φ1.18 / 1 φ1.12	2～10 3～12 11～19	115	45		309
	7.5		18/32		2-φ1.25 1 φ1.3 / 2-φ1.18					344
4P	11	2-人	23/40		3-φ1.12/3-φ0.85	1～12	140	50		367
	15	4-人	37/64		1-φ0.85 / 1-φ0.8 2-φ0.9 / 1-φ0.85					407
	18.5	4-人	34/60	双层正弦	2-φ1.25/2-φ0.95		154	59	20	452
	22		30/52		1-φ1.4 / 1-φ1.06 1-φ1.3 / 1 φ0.95					482
	30	2-人	14/24		1-φ1.4 / 1-φ1.4 4-φ1.5 / 2-φ1.5		174	66		509
	37	4-人	24/42		1-φ1.4 / 1-φ1.3 1-φ1.3 / 1-φ1.5		199	73		522
	45		22/38		2-φ1.5 2-φ1.25 / 2-φ1.5					547

（续）

极数	功率（kW）	接法	每槽线数	线圈型式	线规（根-mm）	节距	见126页图 τ_y（mm）	见126页图 f_d（mm）	见126页图 d_1（mm）	平均半匝长（mm）
4P	55	4-人	20/34	双层正弦	1-φ1.3 / 1-φ1.3 4-φ1.4 / 2-φ1.4	1～12	212	70	25	565
	75		14/24		4-φ1.5 / 3-φ1.5 3-φ1.4 / 1-φ1.4	1～15	247	95		653
	90		12/20		7-φ1.6 / 2-φ1.4 3-φ1.5					708
6P	1.5	1-人	50	单层链式	1-φ0.95	1～6	53	18	15	209
	2.2		41		1-φ1.18		60	21		232
	3	1-人	34/59	单层正弦	2-φ1.0/2-φ0.75	1～7	88	29		260
	4		28/49		2-φ1.12/2-φ0.85					285
	5.5		22/38		2-φ1.25/2-φ0.95					330
	7.5		14/24		4-φ1.18 / 1-φ1.25 1-φ1.30	2～10 3～12	99	33		314
	11	3-人	31/54		2-φ1.12/2-φ0.85	11～19				369

6P	15	3-人	28/48	双层 正弦	2-ϕ1.25/2-ϕ0.95	1～9	107	37	20	405
	18.5	2-人	14/24		4-ϕ1.06/1-ϕ1.06 1-ϕ0.95/2-ϕ1.0	1～12	123	40		402
	22		12/22		4 ϕ1.12/1 ϕ1.1 1 ϕ1.18/1 ϕ1.25					412
	30	3-人	16/28		3-ϕ1.3/2 ϕ1.18 1-ϕ1.4/1-ϕ1.06		140	49		450
	37		16/28		1-ϕ1.4/1-ϕ1.25 3-ϕ1.5/2-ϕ1.30		153	56	25	475
	45		14/24		4-ϕ1.4/3-ϕ1.18 1-ϕ1.3/1-ϕ1.25		172	54		488
	55		12/20		3-ϕ1.5 2-ϕ1.6/3-ϕ1.5					533

表5-4　采用轴流外风扇规格

极数 \ 中心高（mm）	200	225	250	280
2	V	V	V	V
4	—	—	V	V

注：表中V者表示采用轴流式风扇

综上所述，采用上述措施的结果，使YX系列电动机的总损耗较Y系列相应规格平均下降28.8%，效率平均提高3%，其中各项损耗下降的百分比为：绕组损耗约20%，铁耗约10%，杂散损耗约30%，风摩耗约40%。

5.1.2 性能指标

YX系列的效率和功率因数指标如表5-5，其2、4和6极电机的典型规格的实测效率曲线见图5-7。图中表明，YX系列

表5-5 效率和功率因数

功率 (kW)	同步转速 (r/min)					
	3000	1500	1000	3000	1500	1000
	效率 (%)			功率因数		
1.5	—	—	82.4	—	—	0.72
2.2	—	86.3	85.3	—	0.82	0.74
3	86.5	86.5	87.2	0.89	0.82	0.76
4	88.3	88.3	88.0	0.89	0.83	0.77
5.5	88.6	89.5	88.5	0.89	0.83	0.78
7.5	89.7	90.3	90.0	0.89	0.85	0.79
11	90.8	91.8	90.4	0.88	0.87	0.79
15	92.0	91.8	91.7	0.89	0.87	0.81
18.5	92.0	93.0	91.7	0.89	0.86	0.83
22	92.5	93.2	92.1	0.90	0.86	0.84
30	93.0	93.5	93.0	0.90	0.87	0.85
37	93.2	93.8	93.4	0.90	0.87	0.85
45	94.0	94.1	93.6	0.90	0.87	0.87
55	94.2	94.5	93.8	0.89	0.88	0.87
75	94.2	94.7	—	0.89	0.88	—
80	94.5	95.0	—	0.89	0.89	—

电机在负载率 50～100%范围内，具有比较平坦的效率特性，且在 75%负载率时的效率最高。最高效率与额定负载时的效率相比，约提高 0.2～0.7%，全系列平均提高 0.4%。

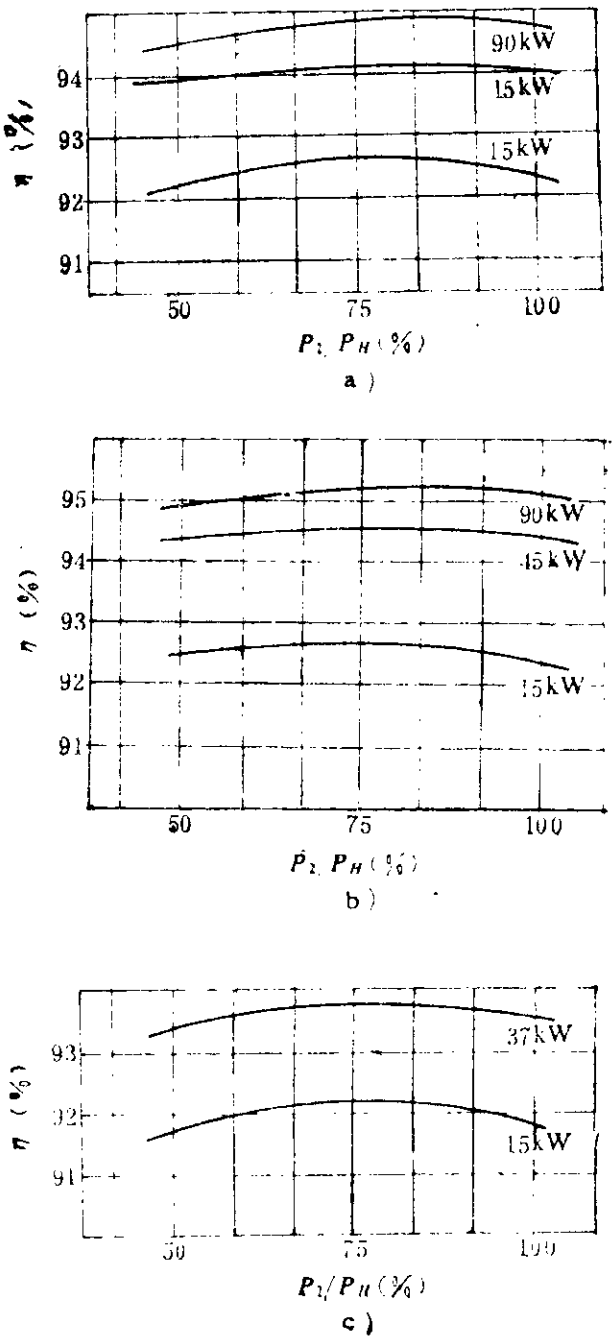


图5-7　YX系列电机实测效率曲线

a）二极电机　b）四极电机　c）六极电机

5.2 YD 系列变极多速异步电动机

YD 系列变极多速电动机是 Y 系列电动机的主要电气派生系列之一，用以取代 JD02 和 JD03 老系列。该系列电动机采用改变绕组的接法来变换电机的极数和输出功率，使与机械设备的负载特性相匹配，以简化其变速系统，并可节省大量电能。该类产品大量用于机床、矿山、冶金和纺织等工业部门。

5.2.1 设计特点

YD 系列电动机的外形尺寸、安装尺寸和防护等级均与 Y 系列（IP44）相同。除绕组设计外，电机的主要零部件与基本系列通用。本系列电机转速有双速、三速和四速三种，极比有 4/2、6/4、8/6、12/6、6/4/2、8/4/2 和 12/8/6/4 等九种。全系列共 103 个规格，机座号及速比和功率等级的对应关系与联邦德国西门子公司的同类产品基本一致，其主要性能指标也和国外同类产品的先进水平相当，较老系列有较大提高。

采用单绕组极幅调制（PAM）变极变速的方法，不但能设计出倍极比的多速电机（如极比为 4/2、8/4 及 12/6等），也能设计出非倍极比的多速电机（极比为 8/6、6/4 等），其出力和性能均优于双绕组极幅调制方案。YD 系列的双速电机均采用单绕组方案；而对三速和四速电机，由于要考虑变极简单，并兼顾各极比的转矩、降低噪声和振动、减小附加损耗和避免反转向等因素，故采用双绕组和极幅调制的混合方案，这对设计和使用均带来方便。为便于使用，YD 系列技术条件规定了各种速比下定子绕组的接法和出线端数目，详见表 5-6。

5.2.2 机座号与速比及功率等级关系

YD 系列变极多速电动机的机座号与速比及功率的对应关系除考虑我国老系列的派生习惯外，还尽可能地做到了与 Siemens、BBC、AEG 等外国公司的相应产品一致，以适应外贸出口和引进设备的配套和备品的需要。其功率等级的安排见表 5-7。

表5-6 各种速比下绕组出线端数目及连接方法

	双 速	三 速	四 速
绕组接法	△/YY	Y/△/YY 或△/Y/YY	△/△/YY/YY
出线数目	6	9	12
低 速	1Uo 1Vo 1Wo L_1 L_2 L_3 2Uo 2Vo 2Wo	1Uo 1Vo 1Wo L_1 L_2 L_3 2Uo 2Vo 2Wo 3Uo 3Vo 3Wo	1Uo 1Vo 1Wo L_1 L_2 L_3 2Uo 2Vo 2Wo 3Uo 3Vo 3Wo 4Uo 4Vo 4Wo
中速1	1Uo 1Vo 1Wo 2Uo 2Vo 2Wo L_1 L_2 L_3	1Uo 1Vo 1Wo 2Uo 2Vo 2Wo L_1 L_2 L_3 3Uo 3Vo 3Wo	1Uo 1Vo 1Wo 2Uo 2Vo 2Wo L_1 L_2 L_3 3Uo 3Vo 3Wo 4Uo 4Vo 4Wo
中速2		1Uo 1Vo 1Wo 2Uo 2Vo 2Wo 3Uo 3Vo 3Wo L_1 L_2 L_3	1Uo 1Vo 1Wo 2Uo 2Vo 2Wo 3Uo 3Vo 3Wo L_1 L_2 L_3 4Uo 4Vo 4Wo
高 速			1Uo 1Vo 1Wo 2Uo 2Vo 2Wo 3Uo 3Vo 3Wo 4Uo 4Vo 4Wo L_1 L_2 L_3

表5-7 变极多速

机座号	同步转速				
	1500/3000	1000/1500	750/1500	750/1000	500/1000
	功率				
80_1	0.45/0.55				
80_2	0.55/0.75				
90S	0.85/1.1	0.65/0.85		0.35/0.45	
90L	1.3/1.8	0.85/1.1	0.45/0.75	0.45/0.65	
$100L_1$	2/2.4	1.3/1.8			
$100L_2$	2.4/3	1.5/2.2	0.85/1.5	0.75/1.1	
112M	3.3/4	2.2/2.8	1.5/2.4	1.3/1.8	
132S	4.5/5.5	3/4	2.2/3.3	1.8/2.4	
$132M_1$					
$132M_2$	6.5/8	4/5.5	3/4.5	2.6/3.7	
160M	9/11	6.5/8	5/7.5	4.5/6	2.6/5
160L	11/14	9/11	7/11	6/8	3.7/7
180M	15/18.5	11/14		7.5/10	
180L	18.5/22	13/16	11/17	9/12	5.5/10
$200L_1$			14/22	12/17	7.5/13
$200L_2$	26/30	18.5/22	17/26	15/20	9/15
225S	32/37	22/28			
225M	37/45	26/34	24/34		12/20
250M	45/55	32/42	30/42		15/24
280S	60/72	42/55	40/55		20/30
280M	72/82	55/72	47/67		24/37

注：*H*80～180机座已通过鉴定，并批量生产，*H*200～280机座正在试制中。

5.2.3 主要性能指标

YD 系列的主要性能指标均达到瑞士 BBC公司同类产品的先进水平，较 JD02 老系列有较大的提高，如对多速电机极为重要的堵转转矩的平均值较 JD02 提高 25%，效率指标平均值提高 4.7%，功率因数提高 5.3%。表 5-8 至表 5-12 列出了堵转转矩、堵转电流、效率、功率因数和噪声的指标。

电机功率等级表

(r/min)			
1000/1500/3000	750/1500/3000	750/1000/1500	500/750/1000/1500
(kW)			
0.75/1.3/1.8			
1.1/2/2.4	0.65/2/2.4	0.85/1/1.5	
1.8/2.6/3	1/2.6/3	1.1/1.5/1.8	
2.2/3.3/4		1.5/2/2.2	
2.6/4/5	1.3/3.7/4.5	1.8/2.6/3	
3.7/5/6	2.2/5/6	3.3/4/5.5	
4.5/7/9	2.8/7/9	4.5/6/7.5	
		7/9/12	3.3/5/6.5/9
			4.5/7/8/11
		10/13/17	5.5/8/10/13
		14/18.5/24	
		17/22/28	7/11/13/20
		24/26/34	9/14/16/26
		30/34/42	11/18.5/20/34
		34/37/50	13/22/24/40

5.2.4 变极多速电机的控制

变极多速异步电动机是利用换接出线的方法来控制转速变化的，故出线数目多于一般电机。YD 系列的双速、三速及四速电机的出线数分别为 6、9 及 12 根。为提高多速电机运行可靠性，设计和配置性能良好的变速控制装置是重要的。设计和操作多速电机的控制装置时，应注意以下两点：（1）在高速切换为低速

表5 8 YD系列的

机座号	同步转				
	1500/3000	1000/1500	750/1500	750/1000	500/1000
	堵转转矩/				
80_1	1.5/1.7				
80_2	1.6/1.8				
90S	1.8/1.9	1.6/1.4		1.8/2	
90L	1.8/2	1.6/1.5	1.6/1.4	1.7/1.8	
$100L_1$	1.7/1.9	1.7/1.4			
$100L_2$	1.6/1.7	1.6/1.4	1.6/1.4	1.8/1.9	
112M	1.9/2	1.8/1.5	1.7/1.7	1.7/1.9	
132S	1.7/1.8	1.8/1.7	1.5/1.7	1.6/1.9	
$132M_1$					
$132M_2$	1.7/1.8	1.6/1.4	1.5/1.6	1.9/1.9	
160M	1.6/1.8	1.5/1.5	1.5/1.6	1.6/1.9	1.2/1.4
160L	1.7/1.9	1.6/1.7	1.5/1.6	1.6/1.9	1.2/1.4
180M	1.8/1.9	1.6/1.7		1.9/1.9	
180L	1.6/1.8	1.7/1.7	1.5/1.5	1.8/1.8	1.3/1.3
$200L_1$			1.5/1.5	1.8/1.8	1.3/1.3
$200L_2$	1.4/1.4	1.4/1.3	1.5/1.5	1.8/1.8	1.3/1.3
225S	1.4/1.4	1.4/1.3			
225M	1.4/1.4	1.4/1.3	1.5/1.5		1.3/1.3
250M	1.4/1.4	1.4/1.3	1.5/1.5		1.3/1.3
280S	1.4/1.4	1.4/1.3	1.5/1.5		1.3/1.3
280M	1.4/1.4	1.4/1.3	1.5/1.5		1.3/1.3

堵转转矩倍数

速 (r/min)			
1000/1500/3000	750/1500/3000	750/1000/1500	500/750/1000/1500

额定转矩

1.8/1.6/1.6			
1.7/1.4/1.6	1.4/1.3/1.2	1.7/1.3/1.5	
1.4/1.3/1.7	1.4/1.2/1.4	1.4/1.3/1.3	
1.3/1.3/1.7		1.3/1.5/1.4	
1.5/1.4/1.7	1.5/1.3/1.4	1.5/1.5/1.5	
1.5/1.3/1.4	1.4/1.3/1.4	1.7/1.4/1.5	
1.5/1.2/1.3	1.3/1.2/1.3	1.6/1.6/1.5	
		1.7/1.7/1.5	1.6/1.5/1.3/1.3
			1.3/1.3/1.3/1.3
		1.6/1.5/1.4	1.3/1.3/1.3/1.3
		1.6/1.5/1.4	
		1.6/1.5/1.4	1.3/1.3/1.3/1.3
		1.6/1.5/1.4	1.3/1.3/1.3/1.3
		1.6/1.5/1.4	1.3/1.3/1.3/1.3
		1.6/1.5/1.4	1.3/1.3/1.3/1.3

表5-9 YD系列的

机座号	同步转				
	1500/3000	1000/1500	750/1500	750/1000	500/1000
	堵转电流/				
80_1					
80_2					
90S					
90L					
$100L_1$					
$100L_2$					
112M					
132S					
$132M_1$	6.5/7	6/6.5	5.5/6.5	5/6	
$132M_2$					
160M					
160L					
180M					
180L					
$200L_1$					7/9
$200L_2$					
225S			6/7		
225M		6.5/7			
250M					
280S					
280M					

注：计算堵转电流对额定电流之比时，所采用的额定电流 应按额定功率、电压及

堵转电流倍数

速 (r/min)			
1000/1500/3000	750/1500/3000	750/1000/1500	500/750/1000/1500
额定电流			
5.5/6/7	4.5/6/7	5.5/6.5/7	
		6.5/7/7	5/6/6/7

效率和功率因数的保证值求得。

表5-10 YD系

机座号	同步转				
	1500/3000	1000/1500	750/1500	750/1000	500/1000
	效率				
80_1	66/65				
80_2	68/66				
90S	74/72	64/70		56/70	
90L	76/74	66/71	58/72	59/71	
$100L_1$	78/76	74/77			
$100L_2$	79/77	75/77	67/74	65/75	
112M	82/79	78/77	72/78	72/78	
132S	83/79	79/78	75/80	76/80	
$132M_1$					
$132M_2$	84/80	82/80	78/82	78/82	
160M	87/82	84/83	83/84	83/85	74/84
160L	87/82	85/84	85/86	84/86	76/85
180M	89/85	85/84		84/86	
180L	89/86	86/85	87/88	85/86	79/86
$200L_1$			87/88	86/87	82/87
$200L_2$	89/85	87/87	87/88	87/88	83/87
225S	90/86	88/87			
225M	91/86	88/87	89/88		85/88
250M	91/88	90/88	90/89		86/88
280S	91/88	90/89	91/90		88/89
280M	91/88	90/89	91/90		88/89

列的效率

速 (r/min)			
1000/1500/3000	750/1500/3000	750/1000/1500	500/750/1000/1500
(%)			
67/72/71			
73/73/74	59/73/74	62/68/75	
75/78/71	69/78/74	68/74/78	
77/80/76		71/77/79	
80/80/77	71/80/75	72/78/80	
82/81/76	75/81/76	79/81/83	
83/83/79	77/83/79	80/83/84	
		81/83/84	72/79/82/83
			73/81/83/84
		83/85/86	74/81/83/84
		86/87/87	
		87/87/87	81/84/85/86
		88/88/89	82/85/85/87
		89/89/89	83/87/85/87
		89/89/90	84/87/85/88

表5-11 Y□系

机座号	同步转速				
	1500/3000	1000/1500	750/1500	750/1000	500/1000
	功率因				
80_1	0.74/0.85				
80_2	0.74/0.85				
90S	0.77/0.85	0.68/0.79		0.6/0.72	
90L	0.78/0.85	0.7/0.79	0.63/0.87	0.6/0.73	
$100L_1$	0.81/0.86	0.7/0.8			
$100L_2$	0.83/0.89	0.7/0.8	0.63/0.88	0.6/0.73	
112M	0.83/0.89	0.75/0.82	0.63/0.88	0.61/0.73	
132S	0.84/0.89	0.75/0.82	0.64/0.88	0.62/0.73	
$132M_1$					
$132M_2$	0.85/0.89	0.76/0.85	0.65/0.89	0.62/0.73	
160M	0.85/0.89	0.78/0.84	0.66/0.89	0.62/0.73	0.46/0.76
160L	0.86/0.90	0.78/0.85	0.66/0.89	0.62/0.73	0.46/0.79
180M	0.87/0.90	0.76/0.85		0.62/0.73	
180L	0.88/0.91	0.78/0.85	0.72/0.91	0.65/0.75	0.54/0.86
$200L_1$			0.74/0.92	0.65/0.76	0.56/0.86
$200L_2$	0.89/0.92	0.78/0.86	0.74/0.92	0.65/0.76	0.57/0.87
225S	0.89/0.92	0.86/0.87			
225M	0.89/0.92	0.86/0.9	0.77/0.88		0.61/0.87
250M	0.89/0.92	0.87/0.91	0.78/0.91		0.63/0.87
280S	0.9/0.92	0.87/0.9	0.80/0.91		0.63/0.87
280M	0.9/0.93	0.87/0.89	0.81/0.92		0.65/0.87

列的功率因数

速 (r/min)			
1000/1500/3000	750/1500/3000	750/1000/1500	500/750/1000/1500
数 cosφ			
0.65/0.75/0.85			
0.65/0.81/0.85	0.63/0.81/0.85	0.56/0.73/0.86	
0.71/0.83/0.87	0.61/0.83/0.87	0.6/0.73/0.87	
0.72/0.84/0.91		0.62/0.73/0.87	
0.72/0.84/0.91	0.61/0.84/0.91	0.62/0.74/0.87	
0.72/0.84/0.91	0.59/0.84/0.91	0.62/0.76/0.87	
0.72/0.85/0.92	0.6/0.85/0.92	0.62/0.76/0.87	
		0.65/0.8/0.9	0.55/0.62/0.88/0.89
			0.56/0.67/0.88/0.88
		0.68/0.81/0.9	0.56/0.67/0.88/0.88
		0.70/0.81/0.9	
		0.7/0.85/0.9	0.63/0.72/0.88/0.9
		0.75/0.85/0.92	0.63/0.73/0.88/0.92
		0.75/0.86/0.92	0.63/0.75/0.88/0.92
		0.75/0.86/0.92	0.63/0.75/0.88/0.92

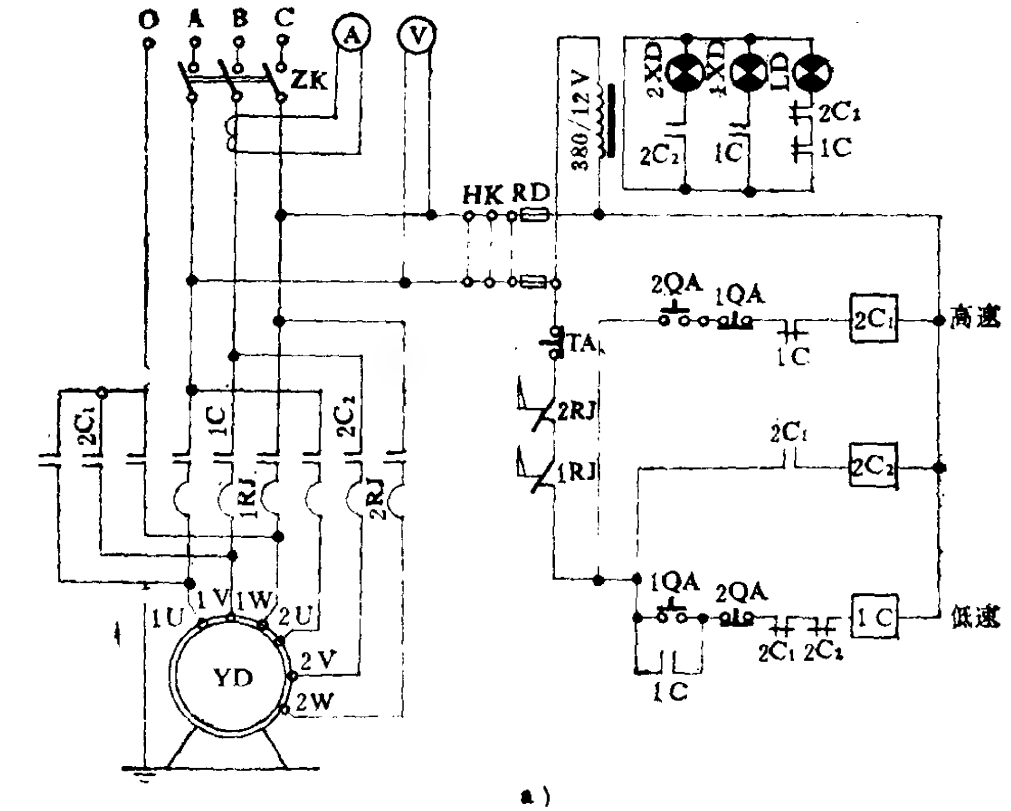
表5-12 YD系

机座号	同步转				
	1500/3000	1000/1500	750/1500	750/1000	500/1000
	声功率				
80_1	79				
80_2	79				
90S	79	75		73	
90L	83	75	75	73	
$100L_1$	87	78			
$100L_2$	87	78	78	73	
112M	87	82	82	75	
132S	91	82	82	79	
$132M_1$					
$132M_2$	91	82	82	79	
160M	95	86	86	83	79
160L	95	86	86	83	83
180M	95	90		83	
180L	95	90	90	86	83
$200L_1$					
$200L_2$	98	92	92	88	88
225S	98	92			
225M	100	94	94		90
250M	100	94	94		90
280S	102	99	99		92
280M	102	99	99		92

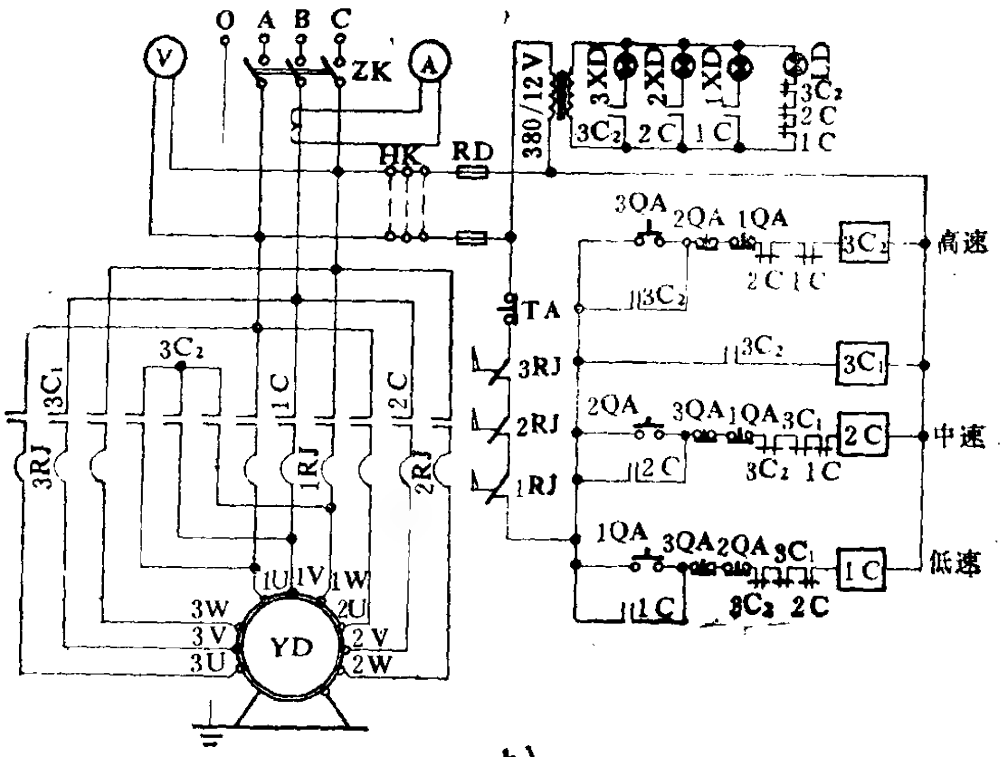
注：1.该声功率级考核每种转速时的最大值；
2.噪声限值的容差为+3dB(A)。

列的噪声指标

速　(r/min)			
1000/1500/3000	750/1500/3000	750/1000/1500	500/750/1000/1500
级　(dB)(A)			
87			
87	87	82	
91	91	82	
91		82	
91	91	82	
95	95	86	
95	95	86	
		90	90
		92	92
		92	
		94	94
		94	94
		99	99
		99	99



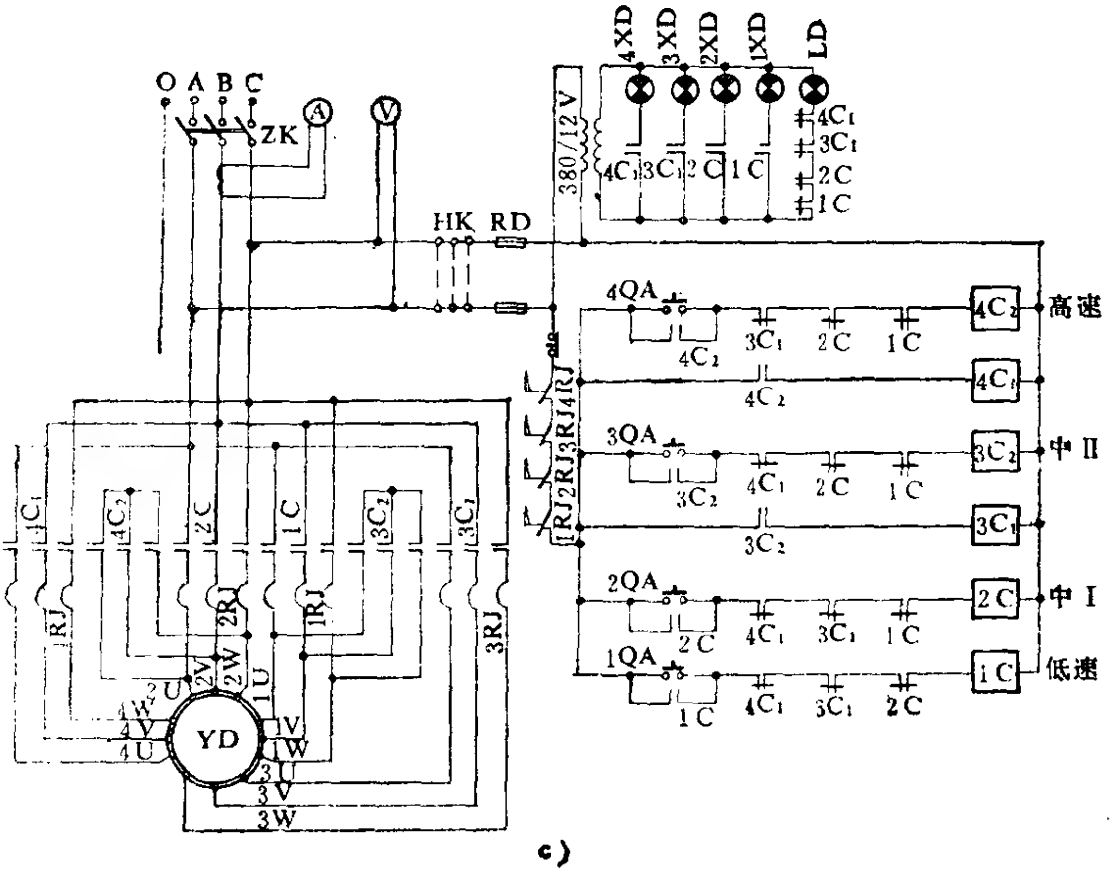
a)



b)

图5-8 变速

a）双速电机 b）三



c)

控制原理图

速电机　c）四速电机

时，必需在切断电源的同时，断开2丫接线的中心点，以免在低速绕组接通时引起电源短路。（2）高速切换为低速的过程中，必需待电机停转后才能接通低速绕组的电源，以减少对电机及负载的冲击。有关双速、三速及四速电机的变速控制原理图如图5-8所示。

5.3 YH系列高转差率电动机

YH系列是Y系列（IP44）的电气派生系列，它具有堵转转矩大、堵转电流小、转差率高和机械特性软等特点，适用于传动飞轮转矩大和不均匀冲击负载，以及反转次数多的工作场合。例如锤击机、剪刀机、冲压机和锻冶机等机械设备。

YH系列电动机的主要性能均优于JHO$_2$系列，其效率平均提高0.875%，堵转转矩和最大转矩平均提高约5%，并达到了苏联4AC系列与美国NEMA D设计的同类产品的水平。

5.3.1 转子特点

提高电动机转差率的方法是增加转子电阻。为了提高YH系列电动机的通用化和工艺性，仅在Y系列（IP44）的基础上改变了转子槽形和导条材料，其它零部件均与基本系列通用，而且定子绕组、转子槽数、槽斜度及转子端环尺寸亦与基本系列相应规格相同。

（1）转子槽形

YH系列电动机的转差率比基本系列电机大得多，其转差率的范围一般控制在7～13%，因此转子电阻亦比基本系列电机大得多。考虑到模具制造和转子铸铝工艺要求，转子槽形优先采用梯形槽、圆底槽或凸形槽。由于适当缩小了YH系列电动机的转子槽形，为了增加转子导条与端环连接处的机械强度，YH系列*H*80～280机座的各规格电机的铸铝转子允许在两端各用5 mm长的大槽形冲片。

（2）转子导电材料

转子的铸铝合金不仅要求电阻率高，而且还要求具有较好的

铸铝工艺性。YH系列电动机采用在15℃时，电导率为13.5±0.75m/Ω·mm²的铝合金材料。

5.3.2 机座号与功率等级的对应关系

根据JHO₂系列高转差率电动机多年生产和使用的实践，YH系列电动机的额定工作方式为断续周期工作制（S3），负载持续率为：15、25、40和60%四种。在满足电机温升的条件下，不同负载持续率下具有不同的允许最大输出功率，以供用户选用。表5-13列出了*H*80～160机座范围的YH系列机座中心高与功率等级的对应关系及主要性能指标。YH系列额定输出功率时最大转矩和堵转转矩两者相同。表5-14和表5-15分别列出了堵转转矩和堵转电流的性能数据。对于*H*180～280机座范围的YH系列目前尚在研制之中。

表5-13 主要性能指标

机座号	额定功率 (kW)	同步转速 (r/min)	在额定功率下的				在下列FC下的输出功率(kW)				SI输出功率(kW)
			额定负载持续率FC (%)	转差率 s (%)	效率 η (%)	功率因数 $\cos\phi$	15%	25%	40%	60%	
80_1	0.75	3000	60	11	71	0.86	1.0	0.9	0.8	0.75	0.65
80_2	1.1	3000	60	11	73	0.87	1.5	1.3	1.2	1.1	1.0
80_1	0.55	1500	60	13	66.5	0.76	0.75	0.65	0.6	0.55	0.48
80_2	0.75	1500	60	13	68	0.77	1.0	0.9	0.8	0.75	0.66
90S	1.5	3000	40	11	73	0.85	1.8	1.6	1.5	1.3	1.1
90L	2.2	3000	40	11	75.5	0.86	2.7	2.4	2.2	2.0	1.8
90S	1.1	1500	60	13	70	0.80	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
90L	1.5	1500	60	13	72	0.80	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3
90S	0.75	1000	60	13	66.5	0.69	1.0	0.9	0.8	0.75	0.6
90L	1.1	1000	60	13	67	0.72	1.5	1.3	1.2	1.1	0.9
100L	3.0	3000	40	10	76	0.87	3.8	3.3	3.0	2.7	2.4
100L1	2.2	1500	40	13	73	0.83	2.8	2.5	2.2	2.0	1.8

（续）

机座号	额定功率 (kW)	同步转速 (r/min)	在额定功率下的				在下列FC下的输出功率(kW)				SI输出功率 (kW)
			额定负载持续率 FC (%)	转差率 s (%)	效率 η (%)	功率因数 $\cos\phi$	15%	25%	40%	60%	
100L2	3.0	1500	40	13	74	0.83	3.8	3.3	3.0	2.7	2.4
100L	1.5	1000	40	12	70	0.76	1.9	1.7	1.5	1.3	1.1
112M	4.0	3000	40	9	77.5	0.89	5.0	4.4	4.0	3.6	3.2
112M	4.0	1500	40	11	77	0.83	5.0	4.5	4.0	3.6	3.2
112M	2.2	1000	40	12	73	0.76	2.7	2.4	2.2	1.9	1.7
132S1	5.5	3000	40	9	78	0.90	7.0	6.0	5.5	5.0	4.4
132S2	7.5	3000	25	9	78.5	0.91	8.5	7.5	6.7	6.0	5.3
132S	5.5	1500	40	10	77.5	0.86	7.0	6.0	5.5	5.0	4.3
132M	7.5	1500	40	10	78	0.87	9.5	8.4	7.5	6.6	6.0
132S	3.0	1000	40	10	76	0.78	3.7	3.2	3.0	2.6	2.3
132M1	4.0	1000	40	10	77	0.79	5.0	4.3	4.0	3.5	3.0
132M2	5.5	1000	40	10	78	0.79	6.5	6.0	5.5	4.5	4.0
132S	2.2	750	60	12	73	0.73	3.2	2.8	2.7	2.2	1.9
132M	3.0	750	60	12	74	0.75	4.4	3.8	3.7	3.0	2.6
160M1	11	3000	25	8	81	0.90	12.5	11	9.8	8.8	7.8
160M2	15	3000	25	8	82	0.91	17	15	13.5	12	10.6
160L	18.5	3000	25	8	82.5	0.91	21	18.5	16.5	14.5	13
160M	11	1500	25	9	80	0.86	12.5	11	9.8	8.8	7.6
160L	15	1500	25	8	82	0.86	16	15	13	11.5	10
160M	7.5	1000	25	11	79	0.81	8.5	7.5	7.0	6.0	5.0
160L	11	1000	25	11	80	0.81	12.5	11	10	8.5	7.5
160M1	4.0	750	60	11	77	0.75	6.0	5.1	5.0	4.0	3.4
160M2	5.5	750	60	11	78	0.77	8.1	7.1	6.5	5.5	4.7
160L	7.5	750	60	11	79	0.78	10.1	8.7	8.5	7.5	6.5

表5-14 堵转转矩倍数

<table>
<tr><td rowspan="3">功 率
(kW)</td><td colspan="4">同 步 转 速 (r/min)</td></tr>
<tr><td>3000</td><td>1500</td><td>1000</td><td>750</td></tr>
<tr><td colspan="4">堵转转矩/额定转矩</td></tr>
<tr><td>0.55</td><td>—</td><td rowspan="11">2.7</td><td>—</td><td rowspan="4">—</td></tr>
<tr><td>0.75</td><td rowspan="10">2.7</td><td rowspan="6">2.7</td></tr>
<tr><td>1.1</td></tr>
<tr><td>1.5</td></tr>
<tr><td>2.2</td><td rowspan="2">2.6</td></tr>
<tr><td>3</td></tr>
<tr><td>4</td><td rowspan="3">2.4</td></tr>
<tr><td>5.5</td></tr>
<tr><td>7.5</td><td rowspan="2">2.5</td></tr>
<tr><td>11</td><td rowspan="2">2.6</td><td rowspan="2">—</td></tr>
<tr><td>15</td></tr>
<tr><td>18.5</td><td>—</td><td>—</td><td></td></tr>
</table>

表5-15 堵转电流倍数

机座号	同步转速 (r/min)			
	3000	1500	1000	750
	堵转电流/额定电流			
80～160	5.5	5.5	5.0	4.5

5.4 Y系列 (IP44) 60Hz 电动机

Y系列60Hz电动机是专供出口或出口配套的电动机，是Y系列（IP44）电动机的电气派生系列。

5.4.1 电压等级的考虑

出口的60Hz电动机的电压等级很多，如460、440、380、

346、220 和 200 V 等，因此只能选择适当的典型电压等级来设计 60Hz 电动机。

统计结果表明：440 V 电机（其中包括 440/220 V 双电压电机）的产量占 60Hz 电动机总出口量的 67.7%左右；380 V 电动机（其中包括 4kW以下 的 220 V 电机）占 19.8%左右；其它电压等级的电机订货极少。同时根据 GB755-81 第 4.1 款规定：电动机当电源电压与额定值的偏差不超过±5%时，输出功率仍能维持额定值，但电动机性能允许与标准的规定不同，故 440 V 的设计对 460 V 和 420 V 两种电压等级电动机的设计有一定的指导意义。对于 380 V 和 220 V 两种电压等级，一般可改变绕组接法来实现，因此，选择 440 V 和 380 V 两种电压作为 60Hz 电动机的典型电压。

5.4.2 效率与功率因数

Y 系列 60Hz380 V 与 440 V 电机的功率等级与机座中心高的对应关系和 Y 系列相同，其效率和功率因数如表5-16与表 5-17 所示。

表5-16 效率和功率因数（380 V、60Hz）

功率 (kW)	同步转速 (r/min)							
	3600	1800	1200	900	3600	1800	1200	900
	效率 η(%)				功率因数 cosφ			
0.55	—	74.0	—	—	—	0.74	—	—
0.75	76.0	75.5	73.5	—	0.83	0.74	0.68	—
1.1	79.0	78.0	74.0	—	0.84	0.75	0.69	—
1.5	79.5	80.0	79.0	—	0.84	0.79	0.71	—
2.2	82.0	82.0	81.0	81.0	0.85	0.79	0.72	0.68
3	82.5	84.0	83.0	82.5	0.85	0.80	0.74	0.70
4	85.0	86.0	84.5	84.5	0.87	0.81	0.75	0.71
5.5	85.5	88.0	85.5	85.5	0.88	0.83	0.77	0.72
7.5	86.5	89.0	87.5	86.5	0.89	0.83	0.76	0.74
11	87.5	89.5	88.5	88.0	0.89	0.83	0.77	0.74
15	88.5	90.5	89.5	88.5	0.89	0.84	0.80	0.74
18.5	88.5	91.0	89.5	90.0	0.89	0.86	0.82	0.75
22	89.0	91.5	90.5	90.5	0.89	0.86	0.83	0.76
30	89.5	92.0	91.5	91.0	0.89	0.87	0.84	0.79
37	90.5	92.0	91.5	91.5	0.88	0.87	0.87	0.79
45	91.0	92.5	92.0	92.0	0.89	0.88	0.87	0.80
55	91.5	93.0	92.5	—	0.89	0.88	0.88	—
75	92.0	93.0	—	—	0.89	0.89	—	—
90	93.0	93.5	—	—	0.89	0.89	—	—

表5-17 效率和功率因数（440V、60Hz）

功率 (kW)	同步转速 (r/min)							
	3600	1800	1200	900	3600	1800	1200	900
	效率 η(%)				功率因数 cosφ			
0.55	—	75.0	—	—	—	0.74	—	—
0.75	77.0	76.5	74.0	—	0.83	0.74	0.68	—
1.1	79.5	78.0	74.5	—	0.84	0.75	0.69	—
1.5	80.0	80.5	80.0	—	0.84	0.79	0.71	—
2.2	82.0	82.5	82.0	81.0	0.85	0.79	0.72	0.68
3	82.5	84.5	83.5	82.5	0.85	0.80	0.74	0.70
4	85.0	86.0	84.5	84.5	0.87	0.81	0.75	0.71
5.5	85.5	88.0	85.5	85.5	0.88	0.83	0.77	0.72
7.5	86.5	89.0	87.5	86.5	0.89	0.83	0.76	0.74
11	87.5	89.5	88.5	88.0	0.88	0.83	0.77	0.74
15	88.5	91.0	89.5	89.5	0.89	0.84	0.80	0.74
18.5	88.5	91.0	89.5	90.5	0.89	0.86	0.82	0.75
22	89.0	91.5	90.0	91.5	0.89	0.86	0.83	0.76
30	89.5	92.0	91.5	91.5	0.89	0.87	0.84	0.79
37	90.5	92.0	91.5	91.5	0.89	0.87	0.87	0.79
45	91.0	92.5	92.0	92.0	0.89	0.88	0.87	0.80
55	91.5	93.0	92.5	—	0.89	0.88	0.88	—
75	92.0	93.0	—	—	0.89	0.89	—	—
90	93.0	93.5	—	—	0.89	0.89	—	—

注：杂散损耗按5%输入功率计算。

第六章　结构派生系列

本章所述的结构派生系列，不是在基本系列结构设计的基础上略作改动，使产品具有某种特殊的防护能力，而是采用基本系列产品附加某一装置，构成新的产品，使之具有某种不同的性能（例如Y系列（IP44）电动机与电磁转差离合器组合，构成恒转矩无级调速的YCT电磁调速电动机系列；Y系列基本系列电动机与齿轮减速器直接耦合，构成YCJ齿轮减速电动机系列），或在电磁、结构设计上略作变动，使产品具有某种特殊性能（例如具有快速制动性能的YEP傍磁制动电动机系列、YEJ电磁铁制动电动机系列；具有较好起动性能并可调速的YR绕线转子电动机系列，具有空心轴、带有止逆装置的YLB深井水泵用电动机系列）。这些系列的冲片、铁心或带绕组的定子铁心等与基本系列通用，但部分结构与基本系列不同。

6.1　YR系列绕线转子三相异步电动机

6.1.1　特点、性能和用途

YR系列电动机，额定电压为380V，额定频率为50Hz，属一般用途的三相异步电动机。YR系列电动机的特点是转子采用绕线绕组型式，使电动机能在较小的起动电流下，提供较大的起动转矩，并且能在一定范围内调节转速。它广泛用于下述场合：（1）需要比笼型电动机更大的起动转矩；（2）馈电线路容量不足以起动笼型电动机；（3）起动时间较长和起动比较频繁；（4）需要小范围调速；（5）联成“电轴”用作同步传动等。通常，它用作压缩机、榨糖机、纺织机、拉丝机、传输机、印刷机等机械的动力设备。

YR系列分别由Y系列（IP44）和（IP23）的基本系列派

生。YR系列（IP44）安装方式为IMB3、IMB35、IMV1。冷却方法为ICO141，采用传统的外风扇冷却结构，如图6-1。集电环装置放在非轴伸端端盖之外。端盖、机座、风扇等主要零部件与Y系列(IP44)通用。YR系列（IP23）安装方式为IMB3，冷却方法为IC01，采用传统的径向通风结构，如图6-2。集电环装置放在非轴伸端端盖之外。端盖、机座、定子与转子的冲片等主要零部件与Y系列（IP23）通用。由于以上的结构安排，避

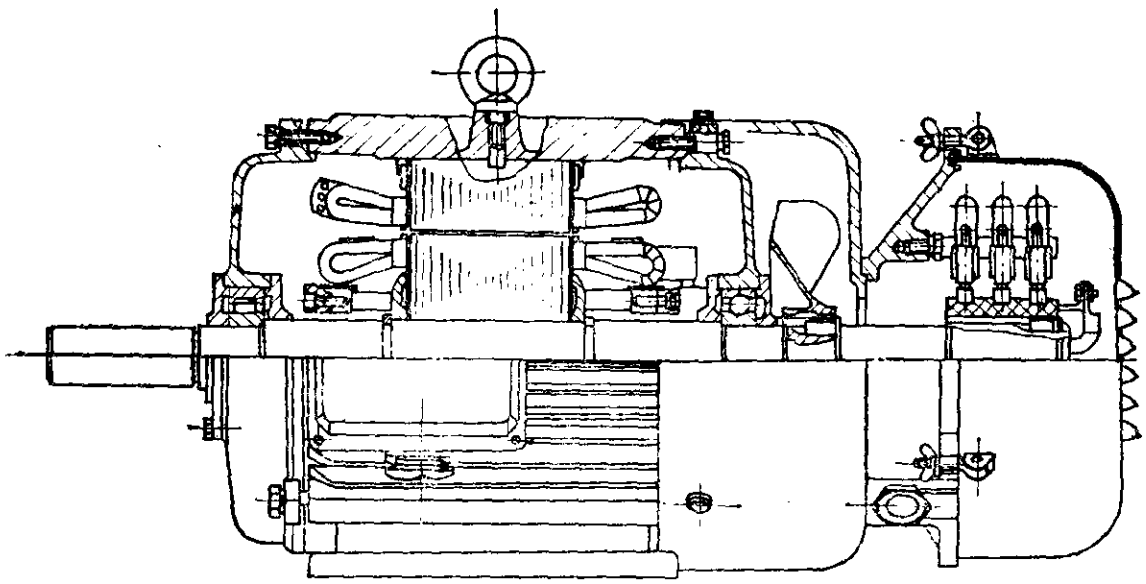


图6-1 YR(IP44)结构图

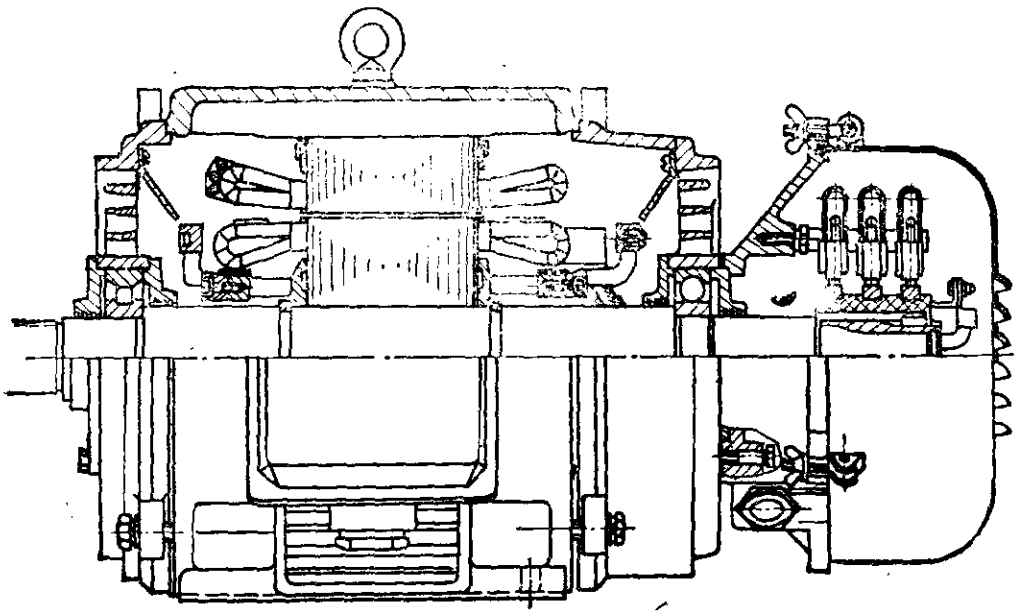


图6-2 YR(IP23)结构图

免了电刷磨损下来碳粉对电机绕组的污染，同时便于用户维护检修。

YR 系列（IP44）电动机的主要性能指标（标准值）比老产品 JR02 系列均有较大提高，并达到或接近国外同类产品样本上所介绍的水平。全系列效率的平均值达到 88.23%，比 JR02 系列高 1.14%，比西门子公司 1LS3/4 系列高 1.51%。功率因数的平均值达到 0.799，比 JR02 系列高 0.017，比西门子公司 1LS3/4 系列略低 0.016。最大转矩的平均值达到额定转矩的 2.75 倍，比 JR02 系列提高 0.50 倍，略低于西门子公司 1LS3/4 系列。

YR 系列（IP23）电动机的主要性能指标（标准值）比老产品 JR 系列有较大提高，并达到了国外同类产品的水平。全系列效率的平均值达到 87.24%，比 JR 系列高 1.69%，比西门子公司 1RS6 系列高 0.59%。功率因数的平均值达到 0.823，与 JR 系列基本相当，比西门子公司 1RS6 系列提高 0.019。最大转矩的平均值为额定转矩的 2.48 倍，比 JR 系列提高 35.5%，和国外同类产品相比，稍低于西门子和 AEG 公司的产品，而略高于民主德国 VEM 公司和法国 CEM 公司产品水平。

6.1.2 功率等级、同步转速与机座号对应关系

YR 系列采用的功率等级、安装尺寸与基本系列一致，但 YR 系列的功率等级与机座号的对应关系与基本系列不相同。

YR 系列（IP44）功率为 3～75kW，同步转速分 1500、1000和 750 r/min，中心高从 132～280mm，全系列共有 34 个规格。YR 系列（IP44）的功率等级、同步转速与机座号的对应关系见表 6-1。它与联邦德国 DIN42679 标准一致。并和国外同类产品（西门子公司 1LS3/4 系列，AEG 公司 CAM、AM 系列）可以通用。

YR 系列（IP23）功率为 4～132kW，同步转速为 1500、1000和 750 r/min，中心高为 160～280mm，全系列共有 37 个规格。YR 系列（IP23）的功率等级、同步转速和机座号的对应关系见

表6-1 YR(IP44)功率、转速与机座号的对应关系

机座号	同步转速 (r/min)		
	1500	1000	750
	功率 (kW)		
132M$_{1}^{2}$	4	3	—
	5.5	4	
160$_{M}^{L}$	7.5	5.5	4
	11	7.5	5.5
180L	15	11	7.5
200L$_{1}^{2}$	18.5	15	11
	22		
225M$_{1}^{2}$	30	18.5	15
		22	18.5
250M$_{1}^{2}$	37	30	22
	45	37	30
280$_{M}^{S}$	55	45	37
	75	55	45

表 6-2。它与联邦德国 DIN42678 标准一致。并和国外同类产品（西门子公司 1RS6 系列，AEG 公司 AJR1 系列，法国 CEM 公司 MBPP 系列）可以通用。

YR 系列（IP44）和（IP23）同机座的底脚孔和底脚孔安装尺寸一致，由于功率大小安排不同，轴伸尺寸有所不同。以 IMB3（卧式）结构为例，YR(IP44) 和 YR(IP23) 主要安装尺寸见表 6-3。

6.1.3 定、转子绕组主要设计参数

YR 系列（IP44）定子均为双层短距叠绕组，△接法。转子绕组 H132～180 机座为圆铜线双层短距叠绕组；H200～280 机座为圆铜线双层短距叠绕组和扁铜线双层短距叠绕组两种方案同

表6-2 YR(IP23)功率、转速与机座号的对应关系

机座号	同步转速 (r/min)		
	1500	1000	750
	功率 (kW)		
160ML1	7.5	5.5	4
160ML2	11	7.5	5.5
	15		
180ML	18.5	11	7.5
	22	15	11
200ML	30	18.5	15
	37	22	18.5
225M1	45	30	22
225M2	55	37	30
250SM	75	45	37
	90	55	45
280SM	110	75	55
	132	90	75

时并存。其接法均为Y连接。有关的主要技术参数见表6-4。

YR系列（IP23）定子均为双层短距叠绕组，△接法。转子绕组*H*160机座为圆铜线双层短距叠绕组；*H*180～280机座为扁铜线双层短距叠绕组。其接法均为Y连接。有关的主要技术参数见表6-5。

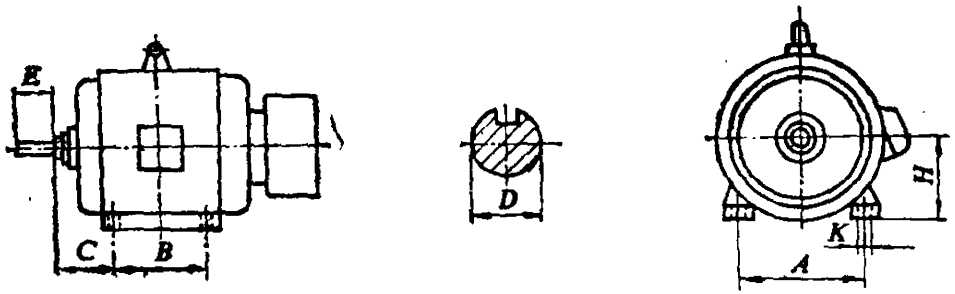
6.1.4 转子参数

（1）YR系列（IP44）电动机额定转子电流、转子开路电压、转动惯量以及最大转矩倍数见表6-6。

（2）YR系列（IP23）电动机额定转子电流、转子开路电压、转动惯量以及最大转矩倍数见表6-7。

（3）电刷、刷握和集电环参数

表6-3 YR(IP44)和YR(IP23)主要安装尺寸



机座号		安装尺寸 (mm)									
YR(IP44)	YR(IP23)	A	A/2	B	C	D		E		H	K
						YR(IP44)	YR(IP23)	YR(IP44)	YR(IP23)		
132M	—	216	108	178	89	38	—	80	—	132	12
160M	160M	254	127	210	108	42	48	110	110	160	15
160L	160L			254							
—	180M	279	139.5	241	121	—	55	—	140	180	
180L	180L			279		48		110			
—	200M	318	159	267	133	—	60	—		200	19
200L	200L			305		55		110			
225M	225M	356	178	311	149	60	65	140		225	
—	250S	406	203	311	168	—	75	—		250	24
250M	250M			349		65		140			
280S	280S	457	228.5	368	190	75	80		170	280	
800M	280M			419							

表6-4 YR(IP44)绕组主要参数

（a）4极

功率(kW)	定子						转子							备注
	槽数	每槽线数	线规 $N-\phi$	跨距	并联路数	平均半匝长(mm)	槽数	每槽线数	线规 $N-\phi$ 或 $N-a\times b$	跨距	并联路数	平均半匝长(mm)	相电阻(Ω)	
4	36	102	1—0.8	1—9	2	280	24	28	3—1.06	1—6	1	237	0.435	转子圆线
5.5	36	74	1—0.95	1—9	2	320	24	24	2—1.12 1—1.18	1—6	1	297	0.376	转子圆线
7.5	36	74	1—1.12	1—9	2	321	24	44	2—1.00 1—1.06	1—6	2	262	0.204	转子圆线
11	36	52	2—0.95	1—9	2	376	24	34	3—1.18	1—6	2	317	0.143	转子圆线
15	48	32	2—1.06	1—11	2	403	36	18	3—1.30	1—9	2	369	0.109	转子圆线
18.5	48	64	1—1.18	1—11	4	395	36	16	4—1.40	1—9	2	355	0.0601	转子圆线
							36	8	1—2×5.6	1—9	1	412	0.078	转子扁线
22	48	54	1—1.30	1—11	4	425	36	16	4—1.40	1—9	2	385	0.0652	转子圆线
							36	8	1—2.24×5.6	1—9	1	442	0.0837	转子扁线
30	48	22	3—1.25	1—11	2	458	36	16	6—1.25	1—9	2	416	0.0588	转子圆线
							36	8	1—2.5×5.6	1—9	1	477	0.0735	转子扁线
37	48	40	2—1.25	1—12	4	506	36	12	8—1.40	1—9	2	437	0.0277	转子圆线
							36	6	2—2×5.6	1—9	1	501	0.0356	转子扁线
45	48	34	3—1.12	1—12	4	546	36	12	8—1.40	1—9	2	477	0.0303	转子圆线
							36	6	2—2×5.6	1—9	1	541	0.0384	转子扁线
55	60	26	2—1.50	1—14	4	544	48	12	7—1.40	1—12	2	499	0.0482	转子圆线
							48	6	2—2×5	1—12	1	562	0.0598	转子扁线
75	60	18	1—1.40 2—1.50	1—14	4	644	48	12	7—1.40	1—12	4	599	0.0145	转子圆线
							48	6	2—2×5	1—12	2	662	0.0176	转子扁线

（b） 6 极

3	48	46	1—1.00	1—8	1	248	36	20	3—1.00	1—6	1	223	0.493	转子圆线
4	48	70	1—0.80	1—8	2	288	36	34	2—0.95	1—6	2	263	0.411	转子圆线
5.5	48	66	1—1.00	1—8	2	278	36	34	2—1.06	1—6	2	245	0.307	转子圆线
7.5	48	50	1—1.18	1—8	2	323	36	28	2—1.18	1—6	2	290	0.242	转子圆线
11	54	38	1—1.25	1—9	2	366	36	28	4—1.00	1—6	2	329	0.191	转子圆线
15	54	34	1—1.06 1—1.12	1—9	2	365	36	16	2—1.18 4—1.25	1—6	2	325	0.0476	转子圆线
							36	8	1—2.24×5.6	1—6	1	388	0.0671	转子扁线
18.5	54	36	1—1.18 1—1.25	1—9	2	351	36	16	8—1.25	1—6	2	325	0.0323	转子圆线
							36	8	1—2.8×6.3	1—6	1	371	0.0451	转子扁线
22	54	30	1—1.30 1—1.40	1—9	2	381	36	16	8—1.25	1—6	2	335	0.0355	转子圆线
							36	8	1—2.8×6.3	1—6	1	401	0.0487	转子扁线
30	72	18	3—1.12 1—1.18	1—12	2	453	48	12	7—1.40	1—8	2	407	0.0394	转子圆线
							48	6	2—2.24×5	1—8	1	476	0.046	转子扁线
37	72	16	3—1.40	1—12	2	483	48	12	3—1.40 5—1.30	1—8	2	437	0.041	转子圆线
							48	6	2—2.24×5	1—8	1	506	0.049	转子扁线
45	72	14	3—1.40 1—1.50	1—12	2	493	48	12	3—1.30 6—1.40	1—8	2	448	0.0353	转子圆线
							48	6	2—2.5×5.6	1—8	1	514	0.040	转子扁线
55	72	12	3—1.50 1—1.60	1—12	2	533	48	12	9—1.40	1—8	2	499	0.038	转子圆线
							48	6	2—2.5×5.6	1—8	1	554	0.043	转子扁线

（c） 8 极 （续）

功率（kW）	定子						转子							备注
	槽数	每槽线数	线规 $N-\phi$	跨距	并联路数	平均半匝长（mm）	槽数	每槽线数	线规 $N-\phi$ 或 $N-a\times b$	跨距	并联路数	平均半匝长（mm）	相电阻（Ω）	
4	48	92	1—0.9	1—6	2	247	36	42	2—0.95	1—5	2	230	0.443	转子圆线
5.5	48	70	1—1.0	1—6	2	292	36	34	2—1.06	1—5	2	275	0.345	转子圆线
7.5	54	28	1—1.06 1—1.12	1—7	1	310	36	34	1—1.25 1—1.30	1—5	2	287	0.249	转子圆线
	54	44	2—0.95	1—7	2	332	36	16	2—1.18 4—1.25	1—5	2	313	0.046	转子圆线
							36	8	1—2.2×5.6	1—5	1	373	0.064	转子扁线
15	54	40	2—1.12	1—7	2	344	36	16	8—1.25	1—5	2	314	0.0333	转子圆线
							36	8	1—2.8×6.3	1—5	1	381	0.0463	转子扁线
18.5	54	32	2—1.30	1—7	2	389	36	16	8—1.25	1—5	2	359	0.0381	转子圆线
							36	8	1—2.8×6.3	1—5	1	426	0.0518	转子扁线
22	72	48	1—1.40	1—9	4	406	48	12	7—1.40	1—6	2	370	0.0358	转子圆线
							48	6	2—2.24×5	1—6	1	443	0.043	转子扁线
30	72	74	1—1.12	1—9	8	456	48	12	7—1.40	1—6	2	430	0.041	转子圆线
							48	6	2—2.24×5	1—6	1	493	0.047	转子扁线
37	72	36	3—1.00	1—9	4	440	48	12	9—1.40	1—6	2	414	0.031	转子圆线
							48	6	2—2.5×5.6	1—6	1	476	0.037	转子扁线
45	72	28	2—1.40	1—9	4	530	48	12	3—1.30 6—1.40	1—6	2	494	0.039	转子圆线
							48	6	2—2.5×5.6	1—6	1	566	0.044	转子扁线

注：表中线规一栏数据，短横前为根数，短横后为直径或面积。

表6-5 YR(IP23) 主要参数

（a）4极

功率 (kW)	定子						转子						
	槽数	每槽线数	线规 $N-\phi$	跨距 $1-Y$	并联路数	平均半匝长 (mm)	槽数	每槽线数	线规 $N-\phi$ 或 $N-a\times b$	跨距 $1-Y$	并联路数	平均半匝长 (mm)	相电阻 (Ω)
7.5	48	34	1—1.50	1—11	1	283	36	18	3—1.12	1—9	1	245	0.389
11	48	50	2—0.85	1—11	2	313	36	14	4—1.12	1—9	1	275	0.255
15	48	38	2—1.00	1—11	2	348	36	10	3—1.30 1—1.40	1—9	1	310	0.146
18.5	48	40	2—1.12	1—11	2	354	36	8	1—1.8×5	1—9	1	373	0.088
22	48	34	1—1.18 1—1.25	1—11	2	374	36	8	1—1.8×5	1—9	1	393	0.093
30	48	62	2—0.95	1—11	4	383	36	8	1—2×5.6	1—9	1	401	0.076
37	48	50	2—1.00	1—11	4	418	36	8	1—2×5.6	1—9	1	436	0.083
45	48	24	1—1.12 3—1.18	1—12	2	440	36	6	2—1.8×4.5	1—9	1	439	0.043
55	48	40	1—1.25 1—1.30	1—12	4	470	36	6	2—1.8×4.5	1—9	1	469	0.046
75	60	14	2—1.25 3—1.30	1—14	2	489	48	6	2—1.6×4.5	1—12	1	504	0.075
90	60	12	4—1.25 2—1.30	1—14	2	519	48	6	2—1.6×4.5	1—12	1	534	0.0795
110	60	24	4—1.25	1—14	4	533	48	4	2—2.24×6.3	1—12	1	557	0.028
132	60	40	4—1.40	1—14	4	573	48	4	2—2.24×6.3	1—12	1	597	0.0304

（b） 6极 （续）

功率 (kW)	定子						转子						
	槽数	每槽线数	线规 $N-\phi$	跨距 $1-Y$	并联路数	平均半匝长 (mm)	槽数	每槽线数	线规 $N-\phi$ 或 $N-a\times b$	跨距 $1-Y$	并联路数	平均半匝长 (mm)	相电阻 (Ω)
5.5	54	36	2—0.95	1—9	1	256	36	24	1—1.18 1—1.25	1—6	1	217	0.584
7.5	54	58	1—1.06	1—9	2	276	36	18	3—1.12	1—6	1	237	0.376
11	54	46	1—1.40	1—9	2	300	36	8	1—1.8×4	1—6	1	325	0.097
15	54	36	2—1.06	1—9	2	330	36	8	1—1.8×4	1—6	1	355	0.106
18.5	54	36	2—1.18	1—9	2	326	36	8	1—1.8×5	1—6	1	346	0.0821
22	54	30	1—1.30 1—1.40	1—9	2	356	36	8	1—1.8×5	1—6	1	376	0.0892
30	72	38	2—1.12	1—12	3	368	54	6	2—1.6×4.5	1—9	1	390	0.065
37	72	30	1—1.18 1—1.25	1—12	3	398	54	6	2—1.6×4.5	1—9	1	420	0.0704
45	72	28	2—1.40	1—12	3	408	54	6	2—1.8×4.5	1—9	1	428	0.064
55	72	24	4—1.06	1—12	3	438	54	6	2—1.8×4.5	1—9	1	458	0.068
75	72	22	3—1.40	1—12	3	448	54	6	2—2×5	1—9	1	474	0.057
90	72	18	3—1.50	1—12	3	503	54	6	2—2×5	1—9	1	529	0.0633

（c） 8极

4①	48	54	1—1.25	1—6	1	221	36	30	1—1.06 1—1.12	1—5	1	201	0.839
5.5①	48	43	1—1.40	1—6	1	241	36	22	2—1.25	1—5	1	221	0.515
7.5①	48	70	2—0.90	1—6	2	261	36	8	1—1.8×4	1—5	1	307	0.092
11①	48	54	2—1.00	1—6	2	291	36	8	1—1.8×4	1—5	1	337	0.10
15①	48	50	2—0.95	1—6	2	282	36	8	1—1.8×5	1—5	1	326	0.0773
18.5①	48	43	2—1.30	1—6	2	312	36	8	1—1.8×5	1—5	1	356	0.084
22	72	62	1—1.25	1—9	4	321	48	6	2—1.6×4.5	1—6	1	352	0.0523
30	72	50	1—1.40	1—9	4	351	48	6	2—1.6×4.5	1—6	1	382	0.0605
37	72	46	1—1.06	1—9	4	355	48	6	2—1.8×4.5	1—6	1	385	0.051
45	72	38	1—1.18 1—1.25	1—9	4	385	48	6	2—1.8×4.5	1—6	1	415	0.055
55	72	36	1—1.30 1—1.40	1—9	4	390	48	6	2—2×5	1—6	1	426	0.045
75	72	28	1—1.50 1—1.60	1—9	4	445	48	6	2—2×5	1—6	1	481	0.0511

① 规格系调整设计数据，尚待鉴定。

表6-6 YR系列（IR44）电动机转子参数

功率(kW)	同步转速(r/min)											
	1500	1000	750	1500	1800	750	1500	1000	750	1500	1000	750
	转子电流(A)			开路电压(V)			转动惯量 J(kg·m²)①			最大转矩/额定转矩		
3	—	9.5	—	—	201	—	—	0.046	—	—		—
4	11.5	11.0	12.0	230	230	216	0.034	0.058	0.113			
5.5	13.0	14.5	15.0	272	244	230	0.042	0.115	0.142			
7.5	19.5	18.0	19.0	252	266	255	0.091	0.145	0.24			
11	25.0	22.5	46.0	276	310	152	0.12	0.27	0.40			
15	34.0	48.0	56.0	278	198	169	0.20	0.41	0.69	3.0	2.8	2.4
18.5	47.5	62.5	54.0	247	187	211	0.29	0.62	0.81			
22	47.0	61.0	65.5	293	224	210	0.32	0.70	1.19			
30	51.5	66.0	69.0	360	282	270	0.64	1.22	1.39			
37	79.0	69.0	81.5	289	331	281	0.87	1.36	2.14			
45	81.0	76.0	76.0	340	302	359	0.99	2.17	2.73			
55	70.0	80.0	—	485	423	—	1.61	2.48	—			—
75	128.5	—		354	—		2.11	—			—	

① 转动惯量 $J = mr^2$，工程上常用飞轮力矩GD^2计算，G为重力（N），D为直径（m），$GD^2 = 4 \times 9.81 J$（N·m²）。

表6-7 YR系列（IP23）电动机转子参数

功率 (kW)	同步转速 (r/min)											
	1500	1000	750	1500	1000	750	1500	1000	750	1500	1000	750
	转子电流(A)			开路电压(V)			转动惯量 J ($kg \cdot m^2$)			最大转矩/额定转矩		
4	—	—	11	—	—	262	—	—	0.142	—	—	2.2
5.5		13	15		279	243		0.143	0.162		2.5	
7.5	19	19	49	260	260	105	0.098	0.164	0.310	2.8		
11	26	50	53	275	146	140	0.122	0.312	0.367		2.8	
15	37	53	64	260	187	153	0.149	0.370	0.535			
18.5	61	65	64	197	187	187	0.250	0.542	0.630			
22	61	63	90	232	224	161	0.273	0.637	0.790	3.0		2.0
30	76	86	97	255	227	200	0.455	0.810	0.905		2.2	
37	74	82	110	316	287	218	0.553	0.935	1.60			
45	120	93	109	240	307	264	0.650	1.625	1.83	2.5		
55	121	97	125	288	359	279	0.740	1.88	2.64			2.2
75	105	121	131	449	392	359	1.337	2.88	3.43	2.6	2.5	
90	107	118		524	481		1.500	3.51				—
110	196	—	—	349	—	—	2.275	—	—	3.0	—	
132	194			419			2.597					

YR系列（IP44）和（IP23）的电刷、刷握和集电环等零件通用。由于容量关系，两系列的中心高有所交叉。详见表6-8。

表6-8　YR(IP44)和YR(IP23)电刷、刷握和集电环尺寸

集电环（mm）				电刷尺寸（$t \times a \times r$）（mm）	刷握尺寸（$t \times a$）（mm）	YR（IP44）		YR（IP23）	
外径	内径	环宽	环间距离			中心高	电刷数	中心高	电刷数
80	35	12	15	16×8×32	16×8	132	2	—	—
80	40	12	15	16×8×32	16×8	160 180	2	160	2
112	55	15	15	20×10×40	20×10	200 225	2	180 200	2
140	65	18	18	32×12.5×40	32×12.5	250 280	2	225	2
140	80	18	18	32×12.5×40	32×12.5	—	—	250 280	2 4

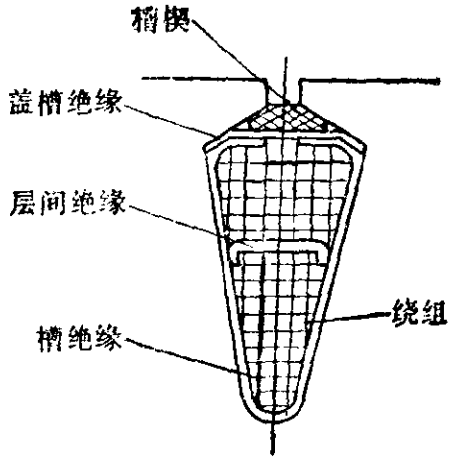


图6-3　YR系列（IP44）H132～280mm和(IP23)H160mm电动机绝缘结构

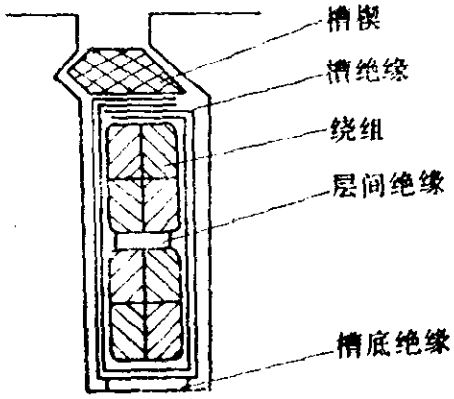


图6-4　YR系列（IP44）H200～280mm和(IP23)H180～280mm电动机绝缘结构

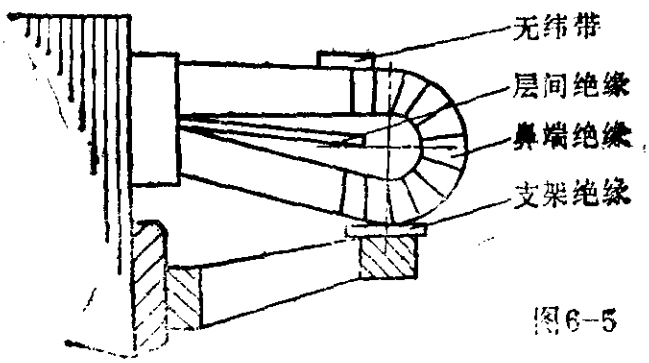


图6-5　YR系列电动机端部绝缘结构

6.1.5 转子绕组绝缘结构及绝缘规范

YR系列（IP44）H132～280mm和（IP23）H160mm电动机转子绕组采用圆铜导线，散下双层短距叠绕组，绝缘结构见图6-3。YR系列（IP44）H200～280mm和（IP23）H180～280mm电动机转子绕组均采用扁铜导线，散下双层短距叠绕组，绝缘结构见图6-4。端部绝缘结构见图6-5。

YR系列电动机的转子绕组绝缘规范见表6-9。

表6-9 YR转子绕组绝缘规范 mm

绝缘名称	材料		适用范围（中心高）	
			YR(IP44)	YR(IP23)
电磁线	QZ-2高强度聚酯漆包圆铜线		132～280	160
	QZB高强度聚酯漆包扁铜线		200～280	180～280
槽楔	3240*环氧玻璃布板2		132～280	160～225
	3240*环氧玻璃布板2.5			250～280
槽绝缘	DMDM、DMD+M或DMD+DMD	0.35	132～160	—
		0.40	180～280	160～280
层间绝缘	DMDM、DMD+M或DMD+DMD	0.35	132～160	
		0.40	180～280	160
	3240*环氧玻璃布板	1.5	200～280	180～280
槽底绝缘	3240*环氧玻璃布板	0.30	200～280	
		0.50		180～280
支架绝缘	0.30/DMD三层，宽度比支撑面宽3～5，用无碱玻璃丝带扎紧		132～280	160～280
相间绝缘	0.30/DMD一层		132～280	160
	0.15×15醇酸玻璃漆布带半迭包二层（扁铜线隔相下层斜边）		200～280	180～280
鼻端匝间加强绝缘	0.15×15醇酸玻璃漆布带半迭包一层包到斜边三分之一处		200～280	180～280
鼻端包扎绝缘	0.15×25醇酸玻璃漆布带半迭包一层、包到斜边三分之一处		200～280	180～280

（续）

绝缘名称	材　　料	适用范围（中心高）	
		YR(IP44)	YR(IP23)
绝缘垫块	1.5或2.0绝缘纸板	200～280	180～280
端部打箍	0.17×25聚酯型无纬玻璃丝带	132～280	160～280
引出电缆	JBQ型丁腈橡胶电缆	132～280	160～280
相间连接线绝缘	相与相间用绝缘套管作垫条，以1/*3240狭条衬垫在连接线内外圈处用0.15×25醇酸玻璃漆布带半迭包一层	200～280	180～280
中点连接环绝缘	0.15×25醇酸玻璃漆布带半迭包二层	132～280	160～280
引出线接头处绝缘	0.15×25醇酸玻璃漆布带半迭包二层	132～280	160～280
绑扎线	φ6无碱玻璃丝套管、蜡线10支—128	132～280	160～280
连接线与中点连接环接头处绝缘	0.15×25醇酸玻璃漆布带半迭包二层	132～280	160～280
集电环	4330-2酚醛玻璃纤维压塑料	132～280	160～280
绝缘浸漆	1032沉浸二次或B、F通用无溶剂漆沉浸一次	132～280	160～280
出线套管	醇酸玻璃漆管	132～280	160～280

6.1.6　绕线转子电动机配套装置的选择

根据用户使用绕线转子电动机时的负载性质和要求，一般常有下列配套装置可供选择。

（1）频敏变阻器

频敏变阻器是一种无触点电磁元件，相当于一个等值阻抗。在电动机起动过程中，由于等值阻抗随转子电流频率减少而自动下降（自动变阻），从而只须一级变阻器就可以把电动机平稳地起动起来，反之也可用于反接制动的场合。

按起动负载的大小，频敏变阻器可分轻载起动BP1系列和重载起动BP6系列两种。BP1系列频敏变阻器又可按负载类型分短时、重复短时工作制两类：BP1-200、BP1-300型适用于短时工作制的传动设备，如水泵、空气压缩机、轧钢机、锯床、矿用皮带等，容量为22～2240kW；BP1-000、BP1-400、BP1-500

型适用于重复短时工作制的传动设备，如辊道、推钢机、升降台，桥式起重机大小车等，容量为2.2～125kW。BP6系列频敏变阻器，当起动过程中的最低电网电压不低于90%额定电压时，变阻器经适当调整抽头后能连续三次(总的起动时间不超过90 s)可靠起动带额定负载的电动机。起动时电动机定子冲击电流不大于2.5倍额定电流，容量为75～315kW。

以上几种频敏变阻器均可根据电动机的额定功率、转子开路电压和转子额定电流等参数进行选择。

（2）BT2系列三相起动调速变阻器

该变阻器是由上海电阻厂专门为YR系列配套而设计的更新换代产品。它适用于小型绕线转子三相异步电动机转子电路中作恒转矩负载长期工作制的起动调速场合。目前能满足YR(IP23)4～15kW，12个规格和YR(IP44)3～15kW，19个规格不同负载的配套需要。变阻器的电阻根据每个规格的电动机分别按恒转矩的机械负载大小，分额定转矩的40、50、60、70、80、90、100%七种工况配置。在最大电阻值起动后，当调节电阻时，电动机的转速相应地以5%的电动机额定转速变化。并能稳定地运行在电动机额定转速50～100%之间任意一档转速上。

变阻器根据绕线转子电动机规格及负载情况（即恒负载转矩与电机额定转矩的百分比）来选择。

（3）TJC系列串级调速装置

TJC系列晶闸管串级调速装置是三相绕线转子异步电动机节能、无级调速用的电气控制设备，适用于2000kW以下通风机、泵及工业用拖动电机进行单机调速。目前100kW以下的电机，也采用串级调速，控制风机和水泵的流量，以节约用电。

本装置特点：1）采用本装置配套的电动机机械特性较软，宜用于对调速精度和快速性要求不高的场合；2）配套后电动机的转差率较高，即最高转速低于额定转速；3）电动机的最大转矩下降约17%；4）操作回路设有“运行方式”，“故障处理”及“内控、外控”选择开关；5）功率因数较低，需在电网中接入

补偿电容器。

用户在 TJC 订货时必须提供：1）绕线转子电动机的型号（转子开路电压、转子电流）；2）生产工艺要求的调速比值 D 或最低转速（r/min）；3）对转速变化率的要求；4）开环、闭环系统的选择：对转速变化率无特殊要求时（如一般风机调速），可选用开环控制 TJC1，对转速变化率有一定要求时（硬特性），可选用闭环控制。

6.2 YCT 系列电磁调速电动机

电磁调速电动机由于具有结构简单、操作维修方便、运行可靠等特点，因此被广泛地使用于恒转矩无级调速的场合，特别适用于风机、水泵等递减转矩负载机械，节能效果较好。若电磁调速电机使用于自然特性（即控制装置开环时电磁调速电机的输出特性）或改变其控制方式（如采用张力控制信号代替速度反馈信号时），亦可使用于张力控制系统之中。

YCT 系列机座中心高为 112～355mm，功率范围为 0.55～90kW，其功率等级与机座中心高的对应关系安排，基本上与日本安川公司 VBOMN 系列和日立公司 HC-D系列相同。

YCT 系列与 JZT 系列相比，额定最高转速时的效率平均提高 6%左右，比安川和日立公司的相应系列平均提高 2%左右。由于 YCT 系列电动机的拖动电机与电磁转差离合器输出轴之间采用无机械直接连接的结构，静态剩余转矩小于 3%额定转矩，消除了失控区，使 YCT 系列电机在低负荷调速运行时，具有良好的转速稳定性，这一指标已达到了国外同类产品的水平。

6.2.1 结构简介

图 6-6 为 YCT 系列电磁调速电动机的典型结构图，它主要由电枢、机座、磁极、激磁线圈、导磁体、测速发电机和三相异步电动机所组成，现对主要组件的作用说明如下：

（1）固定磁场　固定磁场是由固定在前端盖上的直流励磁绕组和导磁体所产生。导磁体既是结构体，又是磁路的一部分，

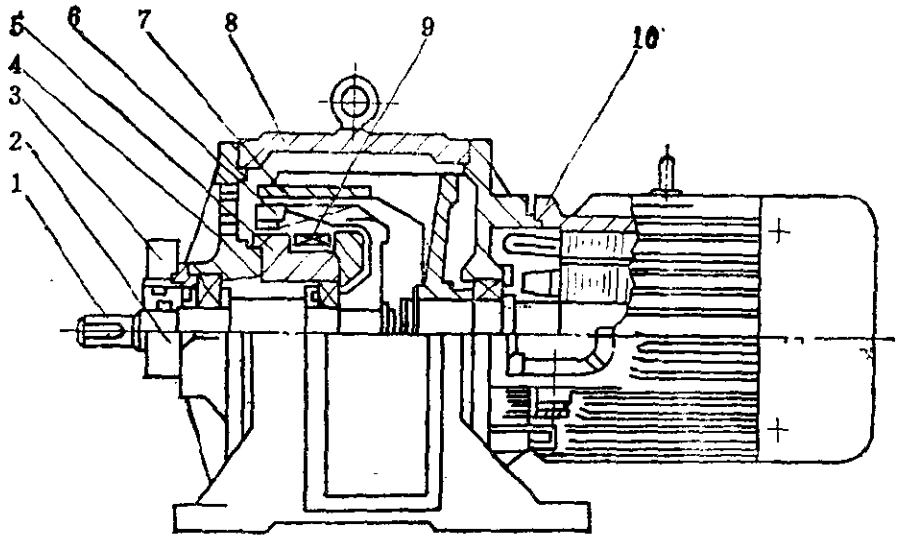


图6-6　YCT系列典型结构图

1—输出轴　2—测速发电机　3—接线盒　4—前端盖　5—导磁体
6—磁极　7—电枢　8—机座　9—励磁绕组　10—三相异步电动机

由低碳钢铸成。当直流励磁绕组中通以直流励磁电流时，就在气隙中产生一个固定的直流磁场。

（2）机座　在图 6-6 所示的单电枢爪极结构型式中，机座仅起结构体作用，由普通铸铁铸成。

（3）电枢　为圆筒形实心钢体，兼有导磁、导电作用，由低碳钢铸成。它直接联接在三相异步电动机的输出轴上，作为主动转子，其转速与拖动它的三相异步电动机相同。在运行时，电枢中将感生电势并产生涡流，因此在电枢表面铸有散热筋，以获得良好的散热效果。

（4）磁极　图 6-6 所示的结构型式中，磁极为两个爪形轮，相互交叉而成，作为从动转子而输出转矩，在机械上与电枢无硬性联接，靠气隙而分开，磁极由低碳钢铸成。

（5）测速发电机　它是电磁调速电动机测量转速信号的元件，其输出电压与转速成正比。在整个调速系统中，测速发电机是作为一种校正元件，以提高系统的静态精度和动态稳定性。

6.2.2　控制装置简介及励磁绕组参数

（1）控制装置简介

带有转速负反馈的电磁调速电动机调速系统原理框图如图

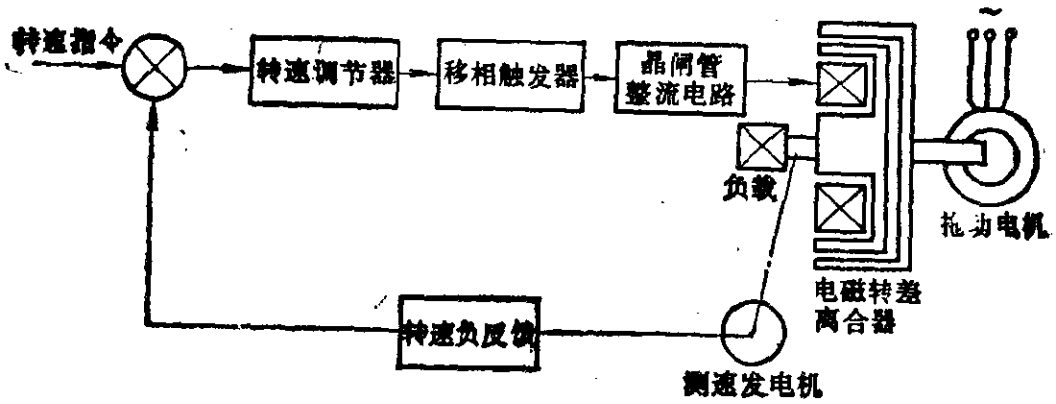


图6-7　调速系统原理框图

6-7 所示。

图 6-7 表示，转速指令信号电压和转速负反馈信号电压比较后，其差值信号被送入转速调节器进行放大，然后与锯齿波叠加，控制晶体管的导通时刻，产生随着差值信号电压改变而移动的脉冲，从而控制晶闸管的导通角，使电磁转差离合器的励磁电流得以控制，即控制转速。由于转速负反馈的作用，使电磁调速电机实现恒转矩无级调速。

YCT 系列所采用的控制装置为 JD1系列电磁调速电动机控制装置，其型号含义如下

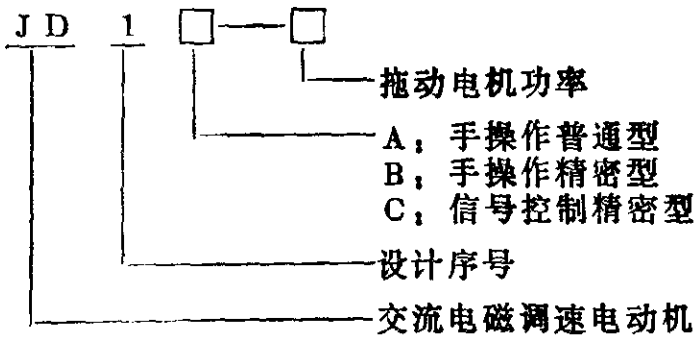


表 6-11～6-13 列出了A、B、C三种型式控制装置的主要技术数据。

（2）直流励磁绕组参数

电磁调速电动机的调速是通过改变电磁转差离合器的直流励磁电流来实现的。表 6-14 列出了 YCT 系列每一中心高下最大功率时的直流励磁绕组参数。

表6-11 手操作普通型

型号	JD1A-11	JD1A-40	JD1A-90
电源电压、频率	交流电压220V ±10%，频率50～60Hz		
最大输出定额(直流)	90V 3.15A	90V 5A	90V 8A*
可控制电动机功率(kW)	0.55～11	15～40	55～90
测速发电机	三相、中频、电压转速比为≥2V/100 r/min		
额定转速时的转速变化率	≤3%		
稳速精度	≤1%		

表6-12 手操作精密型

型号	JD1B-11	JD1B-40	JD1B-90
电源电压、频率	交流电压220V ±10%，频率50～60Hz		
最大输出定额(直流)	90V 3.15A	90V 5A	90V 8A*
可控制电动机功率(kW)	0.55～11	15～40	55～90
测速发电机	三相、中频、电压转速比为≥2V/100 r/min		
额定转速时的转差变化率	测速发电机外装时≤1%，测速发电机内装时≤2%		
稳速精度	≤0.5%		

表6-13 信号控制精密型

型号	JD1C-11	JD1C-40	JD1C-90
电源电压、频率	交流电压220V ±10%，频率50～60Hz		
最大输出定额(直流)	90V 3.15A	90V 5A	90V 8A*
可控制电动机功率(kW)	0.55～11	15～40	55～90
测速发电机	三相中频、电压转速比≥2V/100 r/min		
额定转速时的转速变化率	测速发电机外装时≤1%；测速发电机内装≤2%		
稳速精度	≤0.5%		
输出控制电源	±15V稳压（控制器内装）100mA		
转速指令信号	0～10V		
输入阻抗	20kΩ		

* 大于8A小于12A时，其工作时间不大于30

表6-14 直流励磁绕组设计数据

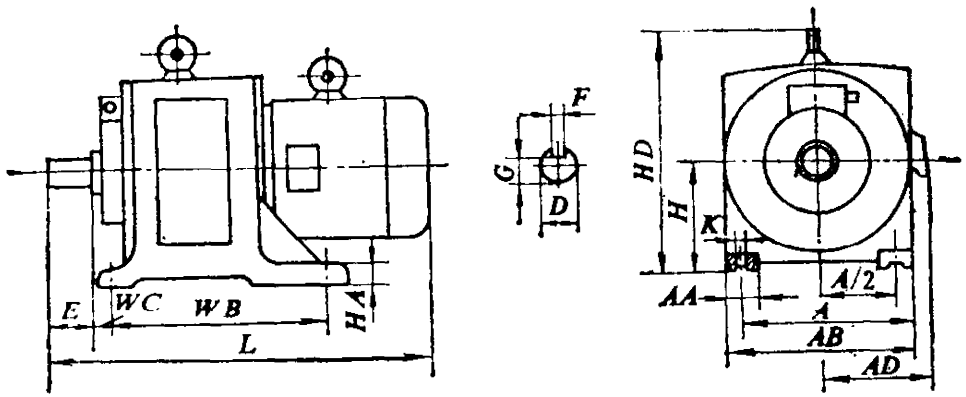
中心高 (mm)	112	132	160	180	200	225	250	280	315	355
匝数	1456	1296	1350	1534	1400	1355	1104	1330	1080	1080
线规 (mm)	ϕ0.57	ϕ0.63	ϕ0.71	ϕ0.71	ϕ0.85	ϕ0.90	ϕ1.05	ϕ1.06	ϕ1.4	ϕ1.4
绕组平均匝长 (mm)	37	41.5	48.5	55	57.2	71.6	78.5	87	104	104

表6-15 性能指标

机座号	标称功率 (kW)	输出转矩 (N·m)	调速范围 (r/min)	转速变化率 δ(%)
112-4A	0.55	3.6	1250～125	3
112-4B	0.75	4.9		
132-4A	1.1	7.13		
132-4B	1.5	9.72		
160-4A	2.2	14.1		
160-4B	3.0	19.2		
180-4A	4.0	25.2		
200-4A	5.5	35.1		
200-4B	7.5	47.7		
225-4A	11	69.1		
225-4B	15	94.3		
250-4A	18.5	116	1320～132	
250-4B	22	137		
280-4A	30	189		
315-4A	37	232		
315-4B	45	282		
355-4A	55	344	1320～440	
355-4B	75	469		
355-4C	90	564	1320～600	

表6-16　YCT系列安装尺寸和外形尺寸

mm



机座号	安装尺寸									外形尺寸					
	A	WB	WC	D	E	F	G	H	K	AB	AD	HD	L	HA	AA
112 -4A -4B	190	210	40	19	40	6	15.5	112	12	235	150	275	520	16	40
132 -4A -4B	216	241		24	50	8	20	132		280	158	330	550 575	20	55
160 -4A -4B	254	267	45	28	60		24	160	15	325	185	385	645 665		65

（续）

机座号	安装尺寸									外形尺寸					
	A	*WB*	*WC*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*K*	*AB*	*AD*	*HD*	*L*	*HA*	*AA*
180-4 A	279	305	45	28	60	8	24	180	15	360	188	430	685	30	70
200-4 A -4 B	318	356	50	38	80	10	33	200	19	405	230	485	805 845		80
225-4 A -4 B	356	406	56	42	110	12	37	225		455	255	530	955 1005		94
250-4 A -4 B	406	457	63	48		14	42.5	250	24	495	285	580	1130 1170	35	105
280-4 A	457	508	70	55		16	49	280		565	320	655	1260	40	110
315-4 A -4 B	508	560	89	60	110	18	53	315	28	625	345	720	1400 1425	45	130
355-4 A -4 B -4 C	610	630	108	65 75		20	58 67.5	355		755	385 410	875	1500 1630 1660	55	

6.2.3 主要性能指标

表 6-15 和 6-16 分别列出了 YCT 系列主要性能指标及安装尺寸。

机座号用机座中心高表示，中心高后面的字母 A、B、C 和数字 4 分别表示同一中心高情况下，配以 4 极不同功率的拖动电动机，使其具有不同的标称功率。电磁调速电机的标称功率用拖动电动机的输出功率来表示，电磁调速电机的输出功率可按下式计算：

$$\text{输出功率（kW）}=\frac{\text{输出转矩(N·m)}\times\text{输出转速(r/min)}}{8555}$$

转速变化率 δ 可按下式计算：

$$\delta=\frac{n_{10}-n_e}{n_{max}}(\%)$$

式中 n_e——调速电动机额定转矩下的转速（r/min）；

n_{10}——调速电动机10%额定转矩下的转速（此时控制器的给定信号同 n_e 时的给定信号数值）(r/min)；

n_{max}——调速电动机在额定转矩下的最高额定转速(r/min)。

表 6-15 数据表明，YCT 系列电磁调速电机的标称功率与 Y 系列（IP44)三相异步电动机的功率相一致。JZT 系列配用 JO_2 系列 4 极电机，功率范围为0.6～100kW，有 9 个机座号，18个功率等级。YCT 系列配用 Y 系列（IP44） 4 极电机，功率范围为 0.55～90kW，有10个机座号，19个功率等级。YCT 系列比 JZT 系列增加一个机座号，一个功率等级，可减少过安装容量。

6.3 YCJ系列齿轮减速电动机

YCJ 系列齿轮减速电动机由 Y 系列（IP44)电动机与齿轮减速器组合成一整体，直接可输出低速大转矩。为矿山、冶金、建材、化工、食品、造纸、橡胶、农机等行业所广泛采用，尤其适用于空间受到限制的低速驱动场合，并可部分代替国外进口设备所附的齿轮减速电机。

6.3.1 传动方案

YCJ系列采用外啮合渐开线圆柱齿轮，可正反两个方向传递功率，其各级传动方案如图 6-8。

三级传动时采用了三角形布置形式，因而能获得比展开式的三级传动方案高得多的空间利用率，由于采用了这种传动方案，传动的效率要受到一些影响，但由于提高了齿面精度以及轴承和润滑油的质量，减速器传递效率指标比老系列仍有较大的提高。

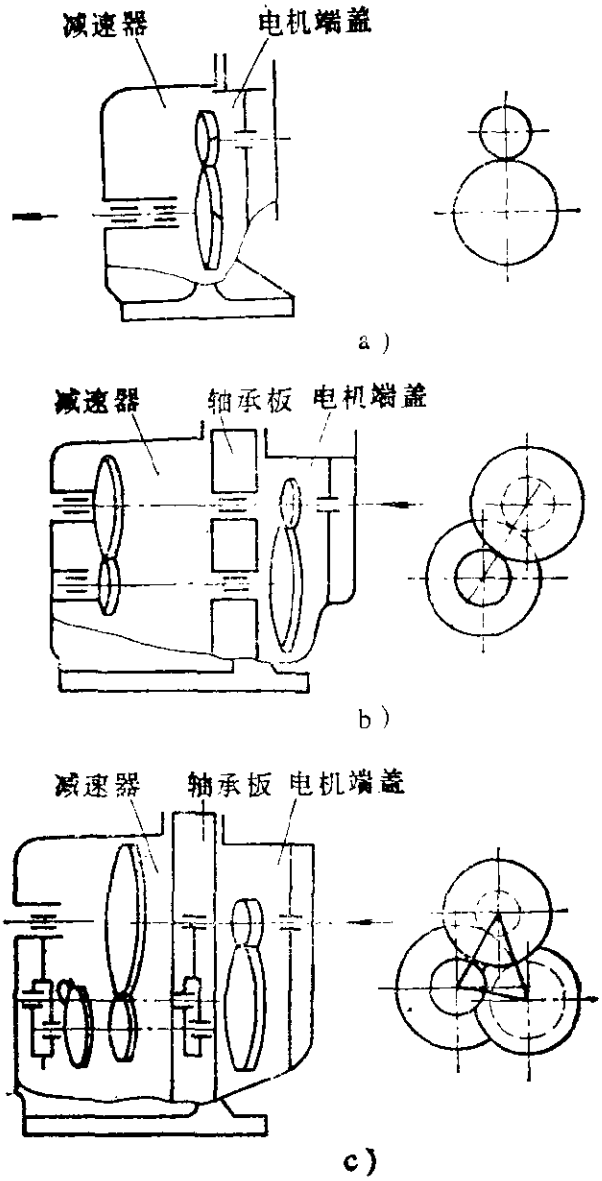
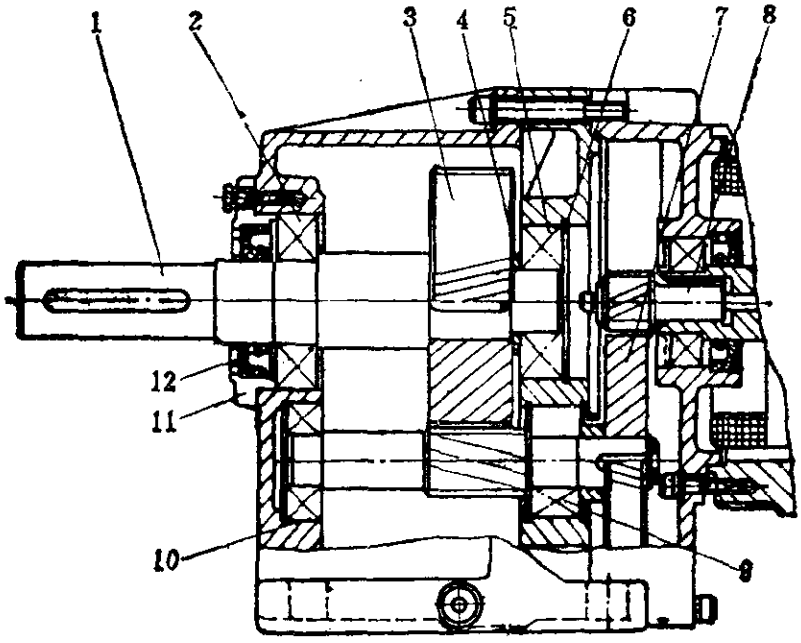
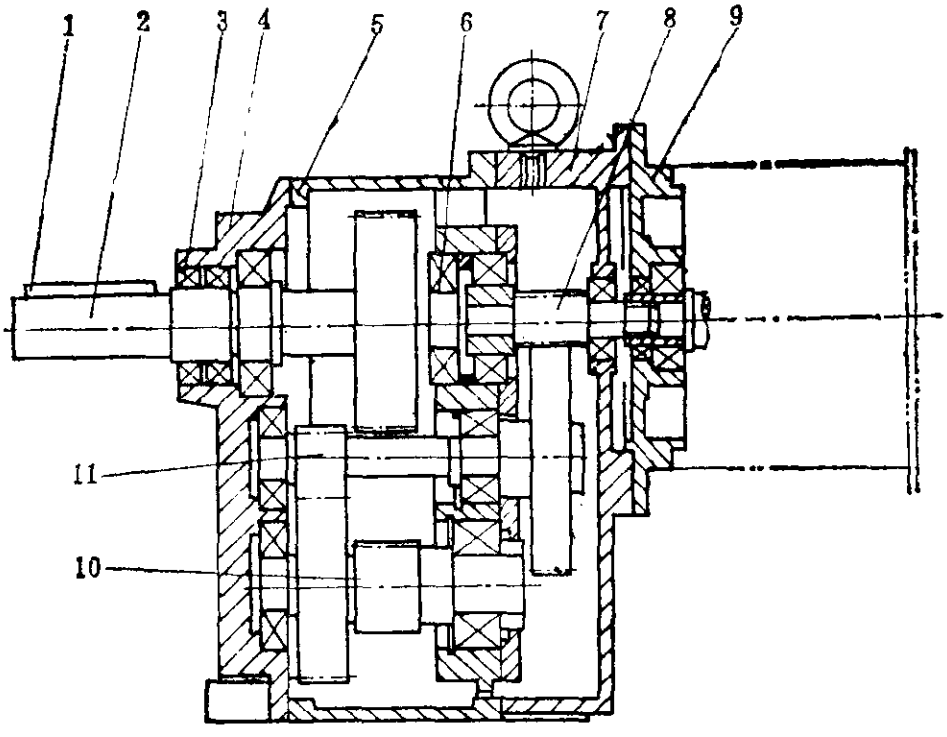


图6-8 YCJ系列减速器传动方案示意图

a）一级传动 b）二级传动 c）三级传动



a)



b)

图6-9　YCJ系列典型结构安装图

a）二级传动

1—减速器输出轴　2—轴承　3—齿轮　4—垫圈　5—轴承　6—档圈
7—齿轮　8—齿轮　9—轴承　10—转轴齿轮　11—轴承盖　12—油封

b）三级传动

1—键　2—减速器输出轴　3—密封件　4—前箱盖　5—箱体　6—轴承
7—后箱盖　8—齿轮　9—电动机　10—齿轮　11—齿轮

6.3.2 结构安排

第一级采用悬臂结构的二级传动典型结构安装见图6-9a），采用双支承的三级传动典型结构安装图见图6-9b）。

6.3.3 基本型谱范围及主要参数

表6-17 型谱及主要参数

减速器中心高(mm)	71	80	100	112	132	160
传递最大转矩(N·m)	95	155	300	450	300	625
最大减速比(Ⅱ级/Ⅲ级)	6.45	6.36	6.36	6.36	35.2/62	35.8/95.7
输出转矩范围(N·m)	88～94	64～154	114～331	224～451	27～299	173～627
输出转速范围(r/min)	217～587	203～571	220～617	226～613	23～196	14～208
组成基本规格数	45	14	18	9	83	44

减速器中心高(mm)	180	200	225	250	280
传递最大转矩(N·m)	860	1170	1800	2550	3200
最大减速比(Ⅱ级/Ⅲ级)	37/104.3	37.6/90.7	38.1/93.6	38.1/89.8	35.2/72.6
输出转矩范围(N·m)	34.6～862	457～1177	1129～1831	1841～2585	2517～3206
输出转速范围(r/min)	14.4～19.4	14～276	14.6～114	13.8～67	12.6～42
组成基本规格数	19	24	21	10	8

注：表中数值仅符合负载平衡，采用能缓冲减震的联轴器连接时。

6.3.4 基本型谱

YCJ系列基本型谱见表6-18。

6.3.5 安装尺寸及外形尺寸

YCJ系列电动机安装尺寸及外形尺寸见表6-19。

6.3.6 检验要求

（1）拖动电动机按JB3074-82《Y系列（IP44）三相异步电动机技术条件（H80～H280mm）》的有关规定。

（2）减速器部分

1）齿轮接触斑点的检查：减速器齿轮齿面的接触斑点的百分数，按高度不小于40%，长度不小于50%接触斑点的计算方

表6-18 YCJ系列基本型谱

减速机中心高 (mm)	电动机功率 (kW)	输出转速 (r/min)	输出转矩 (N·m)	电动机		
				机座号	端盖序号	极数
71	0.55	570	8.8	801	F1	4
		506	10			
		445	11.3			
		388	13			
		334	15.1			
		284	17.6			
		237	21.5			
		214	23.5			
132		183	27		F2	
		163	30.5			
		147	33.5			
		125	39.5			
		112	44.5			
		100	49.5			
		95	52			
		87	57			
		80	61			
		74	66			
		68	73			
		57	86			
		52	96			
		47.5	104			
		43	115			
		36	135			
		29	168			
		23	210			
160	0.55	18.5	261		F3	
		15.2	319			
71	0.75	570	12.1	802	F1	4
		506	13.6			
		445	15.4			
		388	17.7			
		334	20.5			
		284	24			
		237	29			
		214	32			
132		183	37.5		F2	
		163	42			
		147	47			
		125	55			
		112	62			
		100	69			
		95	73			
		87	79			
		80	86			

（续）

减速机中心高（mm）	电动机功率（kW）	输出转速（r/min）	输出转矩（N·m）	电动机		
				机座号	端盖序号	极数
132	0.75	74	93	802	F2	4
		68	102			
		57	120			
		52	133			
		47.5	145			
		43	161			
		36	192			
		29	239	90S		
		23	299			
160		17.5	376		F3	6
		14	470			
71	1.1	579	17.4		F1	4
		513	19.7			
		452	22.5			
		393	25.5			
		339	29.5			
		288	35			
		240	42			
		217	46.5			
132		186	53		F2	
		166	60			
		149	66			
		127	78			
		113	87			
		101	97			
		96	103			
		88	112			
		82	121			
		75	131			
		69	144			
		58	170			
		52	189			
		48	206			
		43.5	228			
		34.5	281			
160		27	358		F3	
		21.5	448			
		17.5	551	90L		6
180		14.4	67.2		F4	
71	1.5	579	23.5		F1	4
		513	27			
		452	30.5			
		393	35			
		339	40.5			
		288	47.5			

（续）

减速机中心高（mm）	电动机功率（kW）	输出转速（r/min）	输出转矩（N·m）	电动机		
				机座号	端盖序号	极数
71	1.5	240	57	90L	F1	4
		217	63			
132		186	72		F2	
		166	81			
		149	90			
		127	106			
		113	119			
		101	133			
		96	140			
		88	153			
		82	165			
		75	179			
		69	196			
		58	232			
		52	257			
		47	279			
160		44	307		F3	
		40	340			
		32	409			
		27	488			
		21.5	611			
180		17.5	754	100L	F5	6
200		14	943		F6	
71	2.2	587	34.5	100L1	F1	4
		520	39			
		458	44			
		399	51			
		344	59			
		292	69			
		244	83			
80		223	90		F2	
132		196	101		F3	
		171	115			
		151	131			
		129	154			
		115	172			
		103	192			
		97	203			
		89	221			
		83	239			
		75	262			
		70	284			
160		58	338		F4	
		53	369			
		48	408			

（续）

减速机中心高（mm）	电动机功率（kW）	输出转速（r/min）	输出转矩（N·m）	电动机		
				机座号	端盖序号	极数
160	2.2	44.5	431	$100L_1$	F4	4
		34.5	557			
180		27.5	701		F5	
		22.5	862			
200		18.2	1061	112M		6
225		14.6	1321		F6	
71	3	587	47	$100L_2$	F1	4
		520	53			
		458	60			
		399	69			
		344	80			
		292	94			
80		247	111		F2	
		223	123			
132		196	137		F3	
		171	157			
		151	178			
		129	209			
		115	235			
		98	274			
160		89	295		F4	
		76	346			
		70	379			
		58	452			
		53	490			
		48	554			
		43	613			
180		33.5	788		F5	
200		28	945		F6	
		22.5	1177			
225		18.4	1435	132S	F7	6
250		13.8	1911		F8	
80	4	571	64	112M	F1	4
		504	73			
		442	83			
		383	96			
		327	112			
		275	133			
100		244	151		F2	
		220	167			
160		208	173		F3	
		184	195			
		161	223			
		149	241			
		130	276			

（续）

减速机中心高（mm）	电动机功率（kW）	输出转速（r/min）	输出转矩（N·m）	电动机		
				机座号	端盖序号	极数
160	4	114	316	112M	F3	4
		97	368			
		89	400			
		76	471			
		71	497			
		64	551			
		56	627			
180		51	686		F4	
		44.5	791			
200		36	982		F5	
225		30.5	1155		F6	
		27.5	1276			
		22.5	1568			
250		18	1956	$132M_1$	F8	6
280		12.6	2781		F9	
80	5.5	571	88	132S	F1	4
		504	100			
		442	114			
		383	132			
		327	154			
100		275	183		F2	
		250	201			
		226	223			
160		208	238		F4	
		184	269			
		161	306			
		150	328			
		130	380			
		113	436			
		100	486			
		88	551			
180		76	634		F5	
		66	727			
		60	805			
200		52	923		F6	
		48	1004			
		44	1097			
225		35.5	1362		F7	
		27.5	1757			
250		23	2100		F8	
280		19.2	2517	$132M_2$	F9	6
		15.5	3116			
100	7.5	605	114	132M	F2	4
		537	128			
		472	146			

（续）

减速机中心高（mm）	电动机功率（kW）	输出转速（r/min）	输出转矩（N·m）	电动机		
				机座号	端盖序号	极数
100	7.5	411	167	132M	F2	4
		355	194			
		301	228			
		250	275			
112		226	304		F3	
180		194	346		F5	
		168	402			
		155	435			
		140	481			
		121	558			
		111	604			
		102	657			
		90	736			
		81	816			
200		76	867		F6	
		67	979			
225		58	1129		F7	
		54	1228			
		47.5	1381			
		43.5	1509			
250		36	1841		F8	
		31	2133			
280		25.5	2577		F9	
		21	3127			
100	11	613	164	160M	F1	
		545	185			
		479	211			
		417	242			
		360	280			
		305	331			
112		279	361		F2	
		254	397			
200		216	457		F3	
		189	522			
		166	596			
		144	687			
		124	796			
		105	937			
		94	1029			
225		83	1194		F4	
		75	1312			
		66	1500			
		59	1661			
		53	1831			
250		48	2051		F5	

（续）

减速机中心高（mm）	电动机功率（kW）	输出转速（r/min）	输出转矩（N·m）	电动机		
				机座号	端盖序号	极数
280	11	39	2525	160M	F6	4
		31	3206			
112	15	613	224	160L	F2	
		545	252			
		479	287			
		417	330			
		360	382			
		305	451			
200		276	488		F3	
		245	550			
		216	623			
		189	711			
		166	813			
		144	937			
		128	1032			
225		114	1179		F4	
		106	1276			
		97	1387			
		84	1577			
		74	1779			
250		67	1975		F5	
		61	2156			
		56	2353			
		51	2585			
280		42	3143		F6	

注：1.表中所列输出转速的转速允差为±4%，此时输出转矩也按相同允差变动；

2.减速电动机采用B6、B7、B8、V1和V5安装时，表中列出的输出转矩因润滑油量和轴封件数量的变动有所减小。

法，符合JB179-81《渐开线圆柱齿轮精度制》的规定。

2）减速器（包括电机）在空载时测得的振动速度有效值应不超过表6-20的规定。

3）减速器（包括电机）在空载时测得的A计权声功率级的数值应不超过表6-21的规定。

4）减速器油池润滑油的允许温度（温度计法）应不超过90℃。

5）减速器各密封接合处不应有漏油渗油现象。

6）减速器的传动效率以安装型式IMB3或IMB5为依据。I

表6-19 减速电动机的安装尺寸及外形尺寸（图 a）

mm

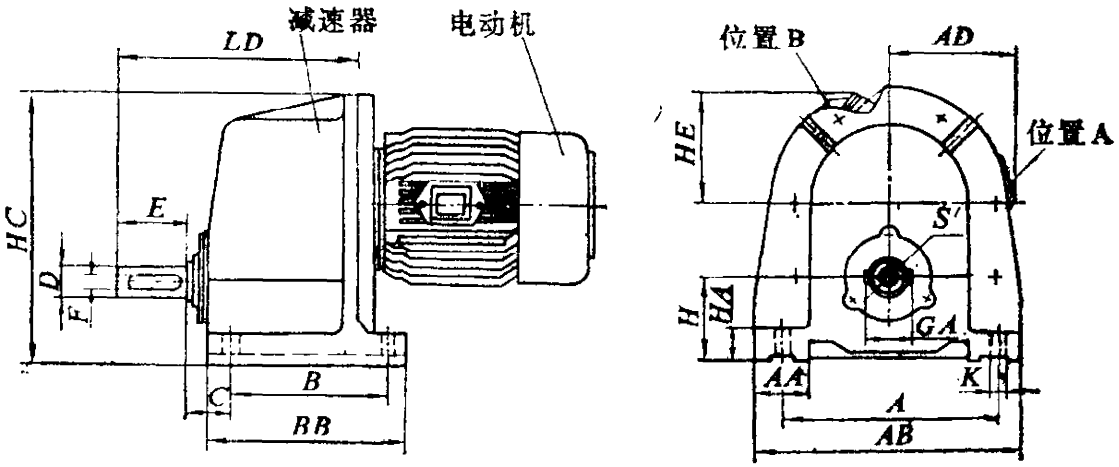


图 a （Ⅰ级减速）

减速电动机中心高	安装尺寸										外形尺寸						
	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*H*	*K*	K孔数	*S′*	*AA*	*AB*	*BB*	*GA*	*HA*	*HC*	*LD*
71	180	150	36.5	28	60	8	71	14	4	M8	43	225	192	32.0	22	230	243
80	205	170	39.5	32	80	10	80	18		M10	52	225	218	35.0	28	267	278
100	270	205	44.5	42	110	12	100	22		M12	60	330	255	45.0	35	316	350
112	300	215		48		14	112					360	265	51.5	40	373	358

注：*S′* 根据用户要求配置。

表 6-19（图 b）　　mm

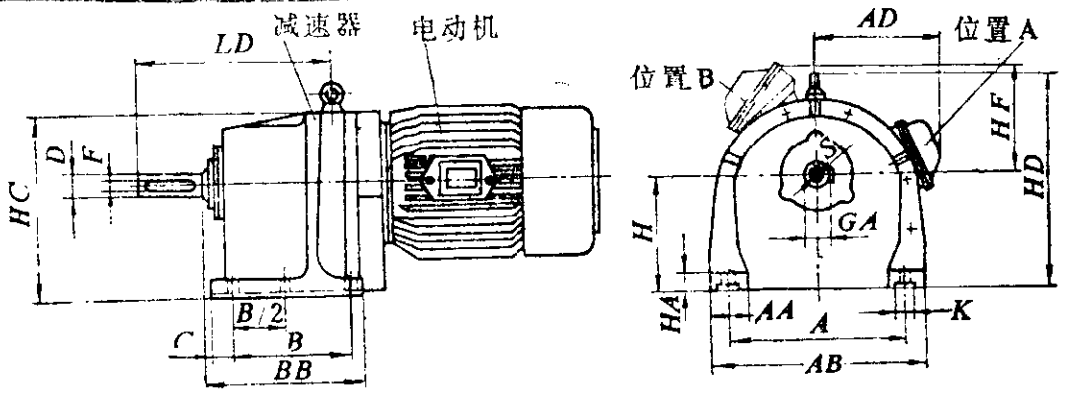


图 b （Ⅰ级与Ⅱ级减速）

减速电动机中心高	安装尺寸										外形尺寸							
	A	B	C	D	E	F	H	K	K 孔数	S′	AA	AB	BB	GA	HA	HC	HD	LD
132	215	190	37.0	32	80	10	132	14	4	M10	40	260	232	35.0	25	229	—	298
160	260	215	43.5	42	110	12	160	18		M12	55	320	263	45.0	30	273	310	354
180	300	245	31.0	48		14	180	22			65	370	303	51.5	35	303	350	372
200	330	280		55		16	200			M16	70	400	338	59.5	40	333	380	401
225	360	300		70	140	20	225		6	M20		430	358	74.5	45	374	430	454
250	420	320		75			250				75	490	378	79.5	50	405	470	468
280	450	340	32.0	85	170	22	280				80	520	400	90.0	55	458	522	520

注：S′根据用户要求配置。

表 6-19（图 c）　　mm

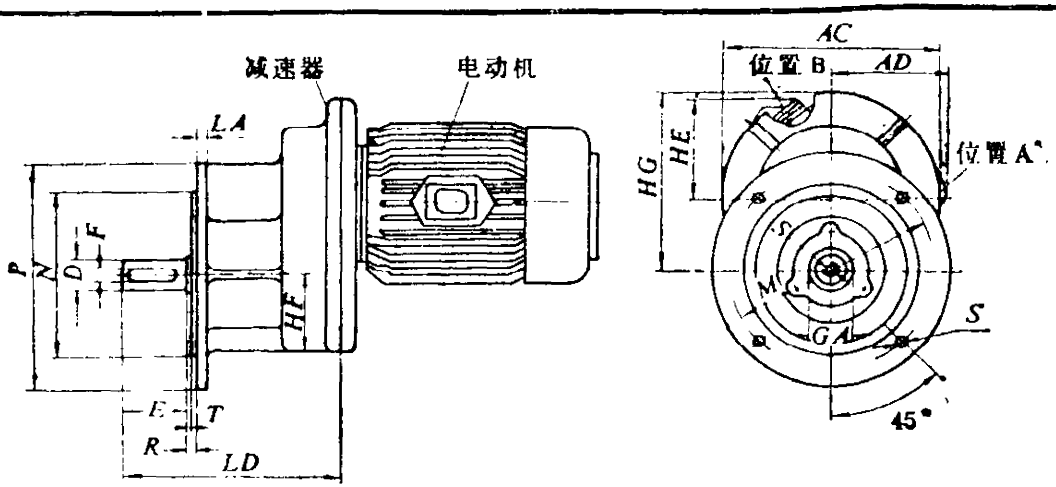


图 c　用凸缘安装（Ⅰ级减速）

减速电动机中心高	安装尺寸											外形尺寸					
	D	E	F	M	N	P	R	S	T	S 孔数	S′	AC	GA	HF	HG	LA	LD
71	28	60	8	165	130	200	0	12	3.5	4	M8	176	32.0	69.5	159	14	243
80	32	80	10	215	180	250		15	4.0		M10	214	35.0	78.0	187	16	278
100	42	110	12	265	230	300					M12	238	45.0	98.0	216		350
112	48		14	300	250	350		19	5.0			268	51.5	110.0	261	20	358

注：S′根据用户要求配置。

表 6-19（图 d） mm

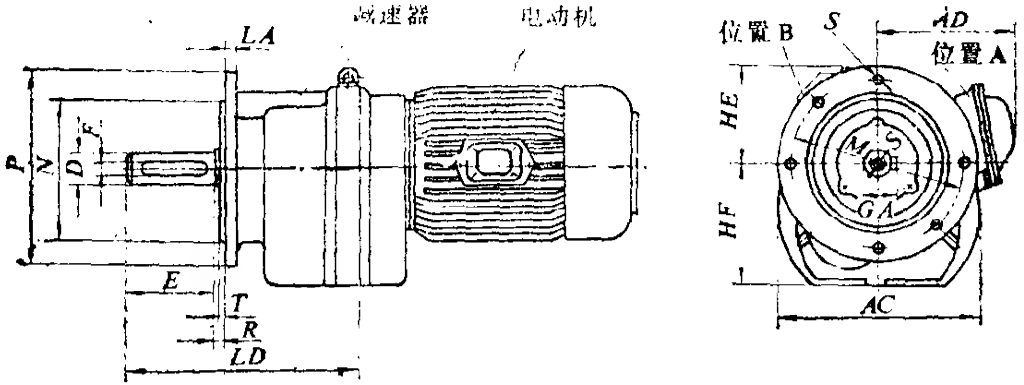


图 d 用凸缘安装（Ⅱ级与Ⅲ级减速）

减速电动机中心高	安装尺寸											外形尺寸				
	D	*E*	*F*	*M*	*N*	*P*	*R*	*S*	*T*	*S* 孔数	*S'*	*AC*	*GA*	*HF*	*LA*	*LD*
132	32	80	10	215	180	250	0	15	4	4	M10	232	35.0	130.5	14	298
160	42	110	12	265	230	300					M12	278	45.0	158.0	16	354
180	48		14									310	51.5	178.0		372
200	55		16	300	250	350		19	5		M16	342	59.5	198.0	20	401
225	70	140	20	350	300	400				8	M20	374	74.5	222.0		454
250	75			400	350	450						420	79.5	247.0	22	468
280	85	170	22	450	400	500						446	90.0	277.0		520

注，*S'* 根据用户要求配置。

级传动应大于或等于96%；Ⅱ级传动为94%，Ⅲ级传动为92%。

7）减速器输出转速允差为±4%，此时输出转矩也按相同允差变动。

表 6-20

减速电动机中心高 (mm)	71	80	100	112	132	160	180	200	225	250	280
振动速度 (mm/s)	2.8		4.5		2.8			4.5			

表 6-21

减速电动机中心高 (mm)	71	80	100	112	132	160	180	200	225	250	280
声功率级 (dB)(A)	73	81	85		73	81		85			

6.4 YEP系列旁磁制动电动机

YEP 系列的结构紧凑、使用调节方便，可应用于要求频繁起动及快速准确停转的机械中，如机床、橡胶化工、木工、食品、皮革、包装等机械和各种自动生产线上。

6.4.1 结构特点及工作原理

YEP 系列电动机结构见图 6-10。该电机转子铁心有效长度比定子短五分之一左右，在空出部位装有一分磁铁块，定子的径向磁通，经过分磁铁改变为轴向磁通，利用轴向磁通产生轴向吸力。当电动机接通电源时，在定子（2）中产生径向磁通 ϕ_1，经过第一气隙 δ_1 后，磁通 ϕ_1 按一定比例分为两路，一路为 ϕ_2 经过笼型转子（图中 1），与一般异步电机一样，磁通 ϕ_2 在笼型转子导条中感应电流、产生转矩；另一路磁通 ϕ_3 则经过分磁铁（图中 3），在分磁铁作用下改变为轴向磁通，通过衔铁（图中 4）形成回路。这时在分磁块与衔铁之间就产生轴向吸力，使衔铁向分磁块移动，压缩弹簧（图中 5），使制动器（图中 6）脱离制动端盖（图中 7）上的摩擦片，电机就开始运转。

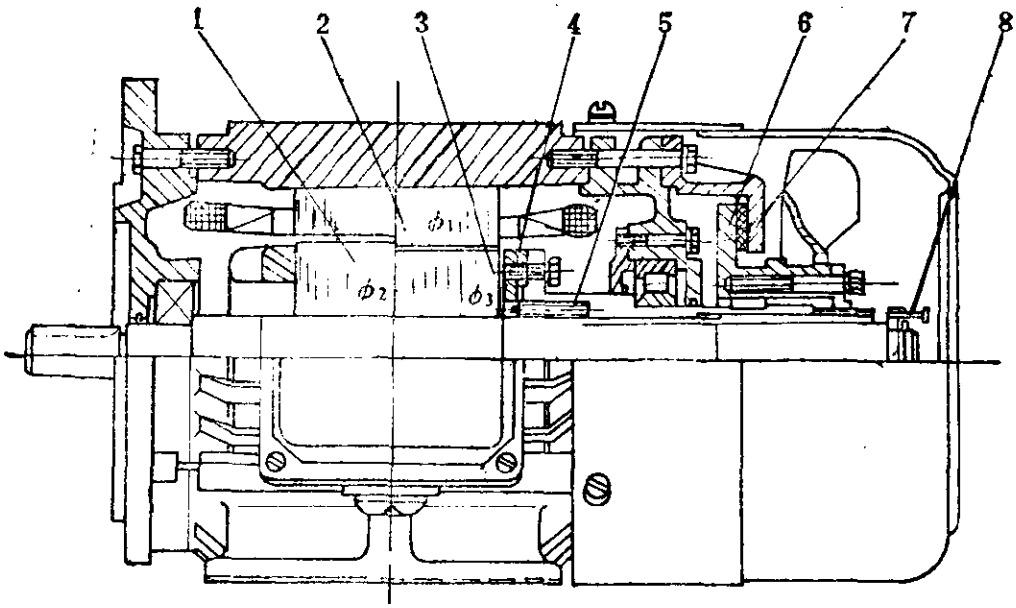


图6-10 YEP系列旁磁制动电动机

1—转子 2—定子 3—分磁铁 4—衔铁 5—弹簧
6—制动器 7—制动端盖 8—调节装置

当切断电源时，旋转磁场和轴向吸力同时消失，在制动弹簧（图中 5）的压力下，使制动器（图中 6)与制动端盖上的摩擦片接触，产生制动力矩，电机迅速停止转动。

YEP 系列制动电机有一手动释放装置,用来解除制动。当电机断电而需要转动转子时，可通过旋紧释放螺 钉(图中 8)，顶住带有圆盘式制动器的支架沿花键轴滑动，使制 动器（图中 6）与摩擦片（图中 7）脱开。

6.4.2 功率等级与机座号对应关系

YEP系列共有 7 个中心高,H80～160；功率由0.55～11kW。功率等级与安装尺寸同基本系列 4 、6 极，共有18个规格，具体见表 6-22。

表6-22 功率安排

机 座 号	80 $\frac{1}{2}$	90 $\frac{S}{L}$	100L	112	132S	132M	160M
4 极功率(kW)	0.55 0.75	1.1 1.5	2.2 3	4	5.5	7.5	11
6 极功率(kW)	—	0.75 1.1	1.5	2.2	3	4 5.5	7.5

6.4.3 主要参数和性能

（1）电机的工作方式为 S_3，其负载持续率为25%。

（2）在额定电压下、电动机堵转转矩和最大转矩对额定转矩之比的保证值，对 4 极为2.4倍，对 6 极为2.2倍。

（3）YEP 系列电动机要利用定子磁通的一部分产生轴向吸引力，因此它的效率和功率因数标准值比基本系列相应规格低。但旁磁电机分磁块相当于实心转子的作用，仍产生一部分转矩。同时，由于 YEP 系列电动机是断续工作制，故堵转转矩和最大转矩设计得稍高于基本系列。其制动转矩、制动时间、效率、功率因数、空载起动次数等主要性能指标见表 6-23。

表6-23 主要性能指标

型号		同步转速（r/min）								空载制动时间（s）	每小时起动次数
		1500				1000					
		功率（kW）	效率（%）	功率因数	静止制动转矩（N·m）	功率（kW）	效率（%）	功率因数	静止制动转矩（N·m）		
YEP80	1	0.55	68	0.56	3.73	—	—	—	—	0.20	420
	2	0.75	70	0.60	5.0	—	—	—			
YEP90	S	1.1	75	0.64	7.26	0.75	68	0.58	7.75	0.20	390
	L	1.5	76	0.65	11.87	1.1	70	0.61	10.6		
YEP100L	1	2.2	79	0.68	14.70	1.5	73	0.65	16.0	0.25	360
	2	3	80	0.69	19.7	1.5					
YEP112	M	4	81	0.70	25.8	2.2	75	0.66	22.1	0.30	330
YEP132	S	5.5	83	0.70	35.6	3	77	0.67	30.7	0.40	300
YEP132M	1	7.5	85	0.71	49.1	4	79	0.68	40.5	0.40	300
	2					5.5	81	0.69	55.2		
YEP160	M	11	87	0.72	73.6	7.5	83	0.70	77.3	0.50	240

6.4.4 试验项目和维护

（1）电动机空载起动次数的试验

（2）电动机静制动转矩的测定

电动机不通电处于制动状态，在轴伸上装测定堵转转矩时所使用的力矩臂，置于水平方向，在臂的另一端用拉力弹簧秤勾住力矩臂，向上拉，当臂移动瞬间，读下弹簧秤的读数，将其乘上力臂的长度，即为转矩值，加上力臂本身转矩值就是电动机静制动转矩，在相差120度三个不同制动位置测取，其平均值就为电动机静制动转矩数值。

（3）电动机空载制动时间的测定

在电动机轴伸处装上带齿的铁质圆盘，在带齿圆盘旁置一蹄形磁铁，磁铁上绕上线圈，用以测取信号，或者用测速发电机顶住轴中心孔测取信号。用示波器即可测取电动机断电后到完全停止转动的这一段时间，这一时间即为电动机空载制动时间。

（4）电动机为额定电压时吸合电压的测定

（5）制动电机在运转过程中，如发现衔铁吸合不牢而经常弹回刹车，则应立即停车检查。首先检查电压是否在本制动电机要求正常运行电压范围内。如果电压正常，则应拆开检查电机内部：

1）衔铁表面上是否有杂质、铁屑。

2）分磁块是否清洁、平整。

（6）石棉刹车环磨损后，刹车机构行程增加促使吸上电压的增高，同时影响刹车圈和石棉刹车环的寿命，因此必须及时调整。

调整时可拆下风罩，在调节装置（图中 8）处进行调整，使间隙调整到 1～1.5mm。

（7）摩擦片的更换：摩擦片为易损件，摩擦片磨损 2.5～3mm 时，需更换摩擦片。

（8）制动电机的释放：释放螺钉11是供制动电机断电后在制动状态下盘车使用的。盘车时可用释放螺钉11顶住制动机构 6 即可盘车。盘车后必须旋回释放螺钉11使电机恢复制动状态。释放螺钉规格见表 6-24。

表6-24 释放螺钉规格

型　　号	YEP80～112	YEP132	YEP160
释放螺钉规格	M 4 ×12	M 5 ×16	M 6 ×16

6.5 YEJ系列电磁制动电动机

YEJ系列制动电机用途广泛，可用于各种机械，作主传动和辅助传动之用，以及用于各种要求快速停止和准确定位的场合，例如在起重运输机械中用于起升和行走机械的拖动，各类金属切削机床、印刷机、锻压机、水泥搅拌机、木工机械、造纸机械、橡胶塑料机械和纺织机械等的拖动。在文化娱乐场所如剧场的布景更换需要上百台制动电机。制动电机不仅用于单机配套，而且正广泛地应用于各种自动生产线上。

6.5.1 结构特点及工作原理

YEJ系列制动电机是由基本系列电动机加上电磁铁制动器组合成的产品，其结构如图 6-11 所示。

制动器附加在电动机的非轴伸端，位于电动机后端盖与风扇之间，使电机比基本系列电机约加长20%。电机部分的防护等级

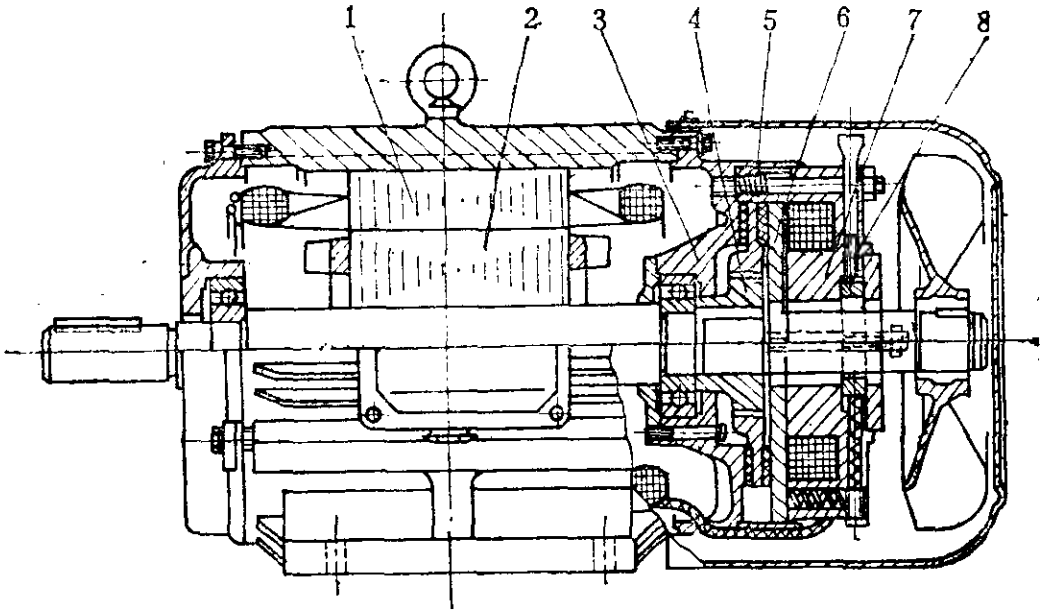


图6-11 YEJ系列附加直流电磁铁制动电动机

1—定子　2—转子　3—端盖　4—制动盘　5—挡板　6—衔铁
7—电磁铁　8—解除制动装置

为 IP44、制动器部分为 IP23。

制动器由制动盘、衔铁、电磁铁、解除制动装置和弹簧等部件组成。制动盘两面是环形石棉树酯刹车片。电动机的制动可用解除制动装置进行制动释放。

制动器的励磁线圈使用直流电源，是由安装在电动机接线盒的单相半波整流器提供。中心高为H112M(4kW)及以上者内直接由380V交流电整流为170V直流；中心高为100及以下者利用电机丫接中性点的220V交流整流为99V直流。整流元件采用二极管，并用压敏电阻对励磁线圈和整流元件进行过电压保护。压敏电阻与整流元件用环氧树酯封装在一小盒中，置于电动机接线盒内。

当电动机接入电源时，电磁制动器励磁线圈也同时接上直流电源，电磁吸力立即将衔铁吸上，使弹簧压缩，制动盘与电机后端盖的制动面和衔铁脱开（间隙约1mm），转子和风扇以及制动盘就一起转动。当切断电动机电源后，电磁制动器也同时断电，电磁铁失去电磁吸力，弹簧立即推动衔铁使制动盘与后端盖制动面接触，产生摩擦转矩，转子迅速刹住。在停电过程中，如需转动转子，则可借助解除制动装置将制动释放。这时可在风罩上方打开盖板，见一小孔，然后用内六角搬手将螺栓旋紧，制动就释放。向相反方向转动螺栓，制动就恢复。

6.5.2 功率等级与机座号对应关系

YEJ系列电动机共有9个中心高由 H 80～225，功率从0.55～45kW，有2、4、6、8极共53个规格。其对应关系见表6-25。

6.5.3 主要参数和性能

（1）YEJ系列电动机的效率、功率因数、堵转转矩、堵转电流及最大转矩等指标同对应的Y系列（IP44）电动机一致。

（2）制动器最大静制动力矩为同一机座号4极电动机中最大的一个功率等级电动机的额定转矩的1.5倍。

（3）制动时间特性。

表6-25　功率与机座号对应关系

机座号	同步转速 (r/min)			
	3000	1500	1000	750
	功率 (kW)			
80 1	0.75	0.55	—	—
80 2	1.1	0.75		
90S	1.5	1.1	0.75	—
90L	2.2	1.5	1.1	—
100L 1	3	2.2	1.5	—
100L 2		3		
112M	4	4	2.2	—
132S 1	5.5	5.5	3	2.2
132S 2	7.5			
132M 1	—	7.5	4	3
132M 2			5.5	
160M 1	11	11	7.5	4
160M 2	15			5.5
160L	18.5	15	11	7.5
180M	2	18.5	—	—
180L	—	22	15	11
200L 1	30	30	18.5	15
200L 2	37		22	
225S	—	37	—	18.5
225M	45	45	30	22

制动时间特性与整流接线有关，图 6-12 给出了整流装置与电源的两种连接方式。可以根据不同需要进行接线。按图6-12 a 接线，电机制动较快；按图 6-12 b，接线电机制动较慢。

电动机在不同负载转动惯量和转速下，其制动时间不同，它

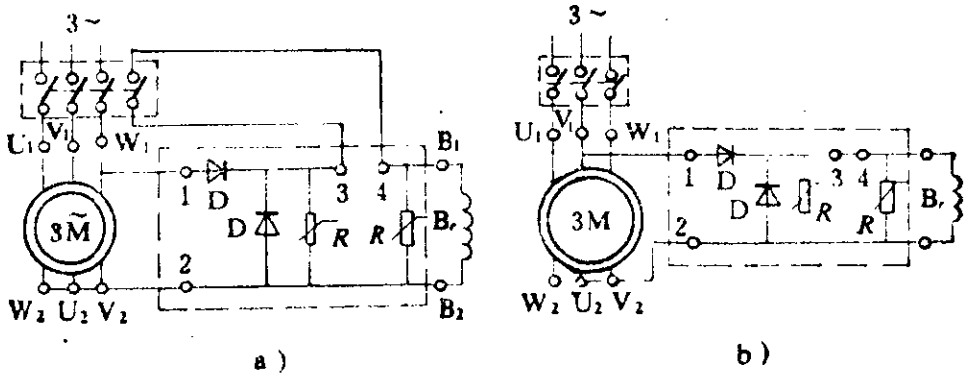


图　6-12

a）快速制动接线　b）较慢制动接线

D—二极管　R—压敏电阻　B_2—励磁线圈　3M—制动电动机

可以通过电动机的空载制动时间进行换算求得，所以一般制动电机只给出空载制动时间。

YEJ系列制动电机的最大静制动力矩、空载制动时间、直流电磁制动器的励磁功率见表 6-26。

表6-26 制动性能表

机座号	制动转矩（N·m）	空载制动时间（s）	励磁功率 （W）
80	7.36	0.2	50
90	14.7	0.25	60
100	29.4	0.3	80
112	39.2	0.35	110
132	73.6	0.40	110
160	147.2	0.50	150
180	215.8	0.60	150
200	294.3	0.70	200
225	441.5	0.80	200

（4）制动电机的空载起动次数见表6-27。

表6-27 空载起动次数

中心高	2P（次/h）	4P（次/h）	6P（次/h）	8P（次/h）
80	1000	1200		
90	800	900	1500	
100	600	700	1200	
112	500	600	800	
132	400	500	600	600
160	200	350	450	450
180	120	200	300	300
200	80	120	200	200
225	60	80	100	100

（5）YEJ系列直流电磁制动器技术数据见表6-28。

表6-28 YEJ系列直流电制动器技术数据

规格	额定制动转矩（N·m）	弹簧工作力（N）	摩擦片外径（mm）	摩擦片内径（mm）	摩擦系数	励磁线圈匝数	导线直径（mm）	励磁电流（A）	励磁功率（W）
80	7.36	291.4	91	57	0.4	3600	0.27	0.32	50
90	14.72	399.1	103	67	0.4	3200	0.31	0.4	60
100	21.58	506.2	119	81	0.4	2800	0.35	0.45	80
112	39.24	807.9	136	90	0.4	4500	0.33	0.55	110
132	73.58	1336.1	164	112	0.4	4300	0.38	0.46	110
160	147.2	3231.4	204	129	0.4	4500	0.45	0.57	150
180	215.8	3231.4	204	129	0.4	4500	0.45	0.57	150
200	294.3	5499.5	256	174	0.4	3300	0.56	0.87	200
250	441.5	5499.5	256	174	0.4	3300	0.56	0.87	200

6.5.4 特殊试验项目

（1）直流电磁制动器励磁线圈对地绝缘电阻的测定。其绝缘电阻在热态时或温升试验后应不低于0.38MΩ。

（2）直流电磁制动器励磁线圈冷态直流电阻的测定。

（3）直流电磁制动器励磁线圈的耐压试验。其要求同电动机定子绕组一样。

（4）励磁线圈励磁电流的测定。

（5）直流电磁制动器在衔铁行程为额定（1mm）时吸合电压的测定。

（6）电动机空载制动时间的测定。

（7）直流电磁制动器励磁线圈的发热试验，即在规定的空载起动次数试验后测定，其温升限值（电阻法）不超过80K。

（8）电动机空载起动次数的测定。

（9）电动机静制动力矩及直流电磁制动器励磁功率的测定（静制动力矩测定方法见6.4.4中第2项）。

6.6 YLB系列深井水泵用电动机

YLB系列专供驱动立式深井水泵，是适用于工矿企业农业及高原地带提取地下水的动力设备。

6.6.1 电动机的传动方式

将水泵轴通过电动机的空心轴与联轴器相连，采用钩头键连接传动，并用调节螺母固定。电动机只允许单方向旋转。

6.6.2 结构特点

YLB系列电动机为立式电动机，其防护型式分为封闭式(IP44)(图6-13)和防护式(IP23)(图6-14)两种。

(1) 封闭式结构

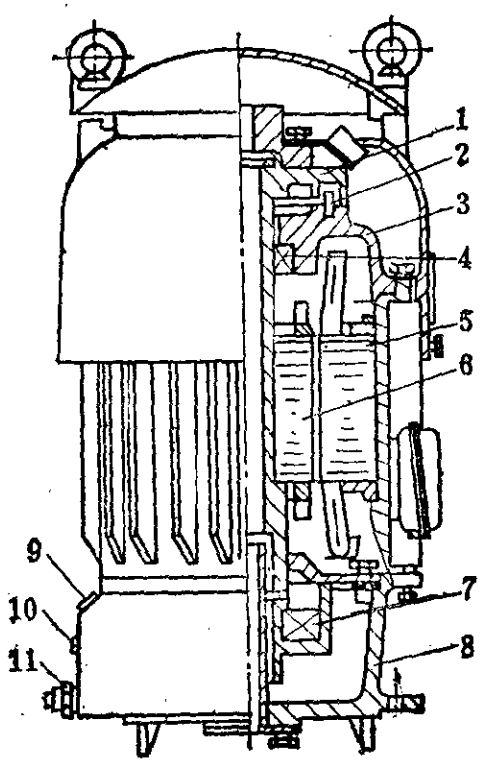


图6-13 YLB(IP44)电动机结构

1—防逆盘 2—销 3—端盖 4—向心球轴承 5—定子 6—转子 7—向心推力球轴承 8—底座 9—加油处 10—油标 11—放油处

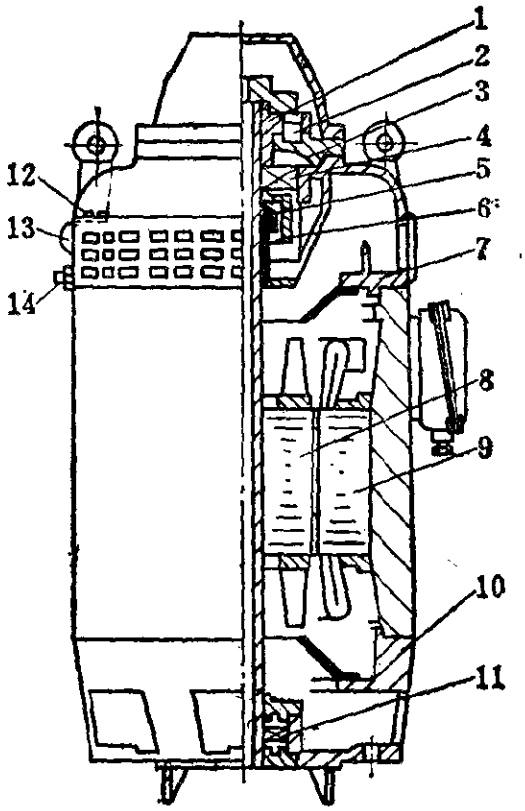


图6-14 YLB(IP23)电动机结构

1—防逆盘 2—销 3—上退盘 4—向心推力球轴承 5—甩油圈 6—输油圈 7—端盖 8—转子 9—定子 10—底座 11—向心球轴承 12—加油处 13—油标 14—放油处

通风型式为外风扇轴向通风，罩和外罩组成一环形风道。底座装有以稀油润滑的单列向心推力球轴承，承受电动机转子、水泵旋转零件的重量及水泵和传动装置的轴向作用力；底座还装有油标，供观察油位高低，并安排了加、放油孔、供加、放推力球轴承润滑油用。转轴为空心轴，轴的下端伸入底座油池，运转时借离心力作用使润滑油沿轴孔斜面滑上，经轴上两个小孔甩出后流入推力球轴承，起润滑和散热作用。端盖中装有一只带防尘盖的单列向心球轴承，油脂润滑；同时端盖还起止退盘作用，并通过圆柱销与防逆盘一起防止电动机逆向旋转。

（2）防护式结构

通风型式采用转子风叶鼓风，端盖沿圆周方向安排进风口，底座沿圆周方向安排若干进风口和出风口、端盖装有以稀油润滑的单列向心推力球轴承，承受电动机转子、水泵旋转零件的重量及水泵和传动装置的轴向作用力；端盖还装有油标、供观察油位高低；并安排了加、放油孔，供加、放推力球轴承润滑油用，输油圈运转时借离心力作用使润滑油沿斜面滑上，经过若干小孔进入推力球轴承起润滑和散热作用。甩油圈可以防止端盖油室中的油溢出盛油管，流入电动机内部。底座装有以油脂润滑的单列向心球轴承。端盖上面装有止退盘和防逆盘，通过圆柱销能防止电动机逆向旋转。

6.6.3 功率等级、防护等级、配泵止口尺寸与机座号的对应关系

功率等级为5.5、7.5、11、15、18.5、22、30、37、55、75、90、110、132kW。安排在132、160、200、250和280六个机座号内。由于225机座号只适合安排一个规格，所以取消了该机座。机座号与功率等级的对应关系、防护等级和配泵止口尺寸如表6-29所示。

6.6.4 轴承型号

由于电动机需承受水泵的轴向力，故防护式电机上轴承采用单列向心推力球轴承，下轴承采用单列向心球轴承。封闭式电机

续 6-29

机座号		同步转速 (r/min) 3000 功率 (kW)	同步转速 (r/min) 1500 功率 (kW)	电动机轴孔径 (mm)	建议泵轴径 (mm)	配泵止口尺寸 (mm)	防护等级
132	1	5.5		ϕ25	ϕ20	ϕ210 h 8 $-^{0}_{0.072}$	IP44
	2	7.5					
160	1	11	11	ϕ36	ϕ28	ϕ235 h 8 $-^{0}_{0.072}$	IP23
	2	15	15				
180	1	18.5		ϕ39			
	2	22					
	1		18.5		ϕ32	ϕ330 h 8 $-^{0}_{0.089}$	
	2		22				
200	1	30	30	ϕ42	ϕ36		
	2	37	37				
	3		45				
250	1		55	ϕ52	ϕ45	ϕ380 h 8 $-^{0}_{0.089}$	
	2		75				
	3		90				
280	1		110	ϕ65	ϕ50	ϕ420 h 8 $-^{0}_{0.097}$	
	2		132				

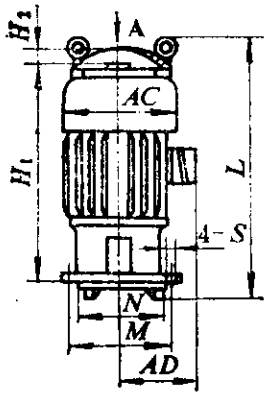
上轴承采用单列向心球轴承，下轴承采用单列向心推力球轴承。根据我国轴承生产的实际水平，轴向力大小，按7500小时使用寿命计算。机座号、轴承型号、最大允许轴向力的对应关系如表6-30所示。

表6-30 轴承规格

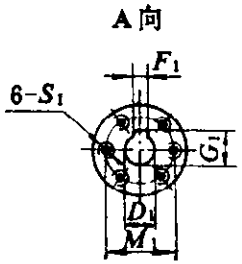
机座号	极数	推力轴承型号	径向轴承型号	最大轴向力 (kg)
132	2	46312	208	800
160	2	46314	210	1000
160	4	46314	210	1300
180	2	66317	212	1600
180	4	66317	311	2000
200	2	66318	214	1700
200	4	66318	313	2200
250	4	66322	316	2900
280	4	66328	319	4000

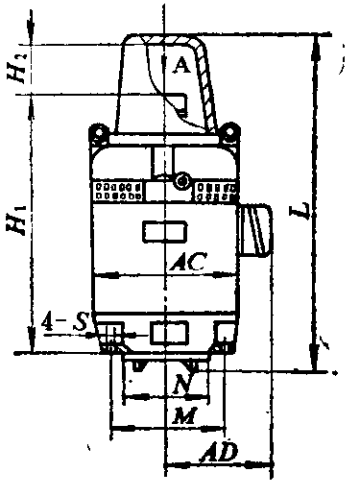
表 6-31

mm



YLB132(IP44)





YLB160~280(IP23)

机座号	极数	安装尺寸										外形尺寸		
		D1	F1	G1	H1	H2	M	M1	N	S	S1	AC	AD	L
132	2	20	6	22.8	483	75	232	35	210	12	M5	270	205	625
160	2	28	8	31.3	717	80	267	70	235	15	M3	350	265	850
	4											395	290	885
180	2				750	90								
	4	32	10	35.3			370	80	330	19	M10			
200	2	36		39.3	851	95						445	330	995
250	4	45	14	48.8	964	105	440	104	380			540	395	1175
280		50		53.8	1055	120	480	110	420	24		600	445	1225

6.6.5 电动机的安装尺寸

电动机的安装尺寸与外形尺寸见表6-31。

6.7 YZC系列低振动低噪声异步电动机

YZC 系列电动机的功率范围为0.55～18.5kW。除了振动和噪声指标外，电动机的功率等级、功率与机座号及同步转速的对应关系、安装尺寸及公差、外形尺寸、外壳防护等级以及效率和功率因数主要性能指标与Y系列（IP44)电动机相同。

YZC 系列电动机适用于各种精密机械，如精密机床、低噪声风机等。振动等级为S级的电动机，一般适用于在电动机的轴伸端上直接带刀具的设备（如高精度的平面磨床）和通过皮带传动主轴的高精度机床（如丝锥磨床、坐标镗床以及坐标磨床)。振动等级为R级，电动机适用于安装在精密机床主体上辅助传动用，如油泵、冷却泵、液压泵、横梁升降等。

6.7.1 振动和噪声指标

电动机的振动和噪声等级列于表6-32，振动限值列于表6-33，噪声限值列于表6-34。

表6-32 YZC系列振动噪声分级表

项目 / 等级	振动(级)	噪声(级)
1	S	Ⅰ
2	R	Ⅰ
3	S	Ⅱ
4	R	Ⅱ

6.7.2 降低振动和噪声的措施

为了达到降低振动和噪声，在Y系列（IP44）电动机的基础上对主要零部件的加工精度、公差配合、形位公差以及风扇结构、轴承选用、转子动平衡等方面采取了相应的技术措施。

（1）提高了轴承内圆和轴的配合精度、轴承外圈和端盖轴

表6-33 YZC系列电机振动限值

同步转速(r/min)	600～1800		1800～3600	
中心高(mm)	80～132	160	80～132	160
振动等级	振动速度有效值 v(mm/s)			
R	0.71	1.12	1.12	1.8
S	0.45	0.71	0.71	1.12

注：试验方法按GB2807-81《电机振动测定方法》进行。

表6-34 YZC系列电机噪声限值（A计权）

同步转速(r/min)	3000		1500		1000		750	
功率(kW)	声功率级 L_w[dB(A)]							
	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅰ级	Ⅱ级
0.55	—	—	51	56	—	—	—	—
0.75	61	66	51	56	51	56	—	—
1.1	61	66	56	61	51	56	—	—
1.5	65	70	57	62	57	62	—	—
2.2	65	70	60	65	57	62	56	61
3	69	74	60	65	61	66	56	61
4	69	74	63	68	61	66	59	64
5.5	73	78	65	70	61	66	59	64
7.5	73	78	66	71	64	69	62	67
11	77	82	70	75	65	70	—	—
15	77	82	72	77	—	—	—	—
18.5	77	82	—	—	—	—	—	—

注：试验方法按GB2806-81《电机噪声测定方法》进行。

承室的配合精度以及机座与端盖配合止口的精度。加工精度见表6-35。

表6-35 加工精度

零件	部位	公差等级
轴	轴承档	K5
机座	止口	H7
端盖	止口	J_s6
	轴承室内径	H6

（2）转子外圆对轴承档径向圆跳动公差、机座止口端面对两端止口内圆的公共轴线端面圆跳动公差、端盖止口支撑端面对轴承内圆轴线的端面圆跳动公差比Y系列电动机提高1～2级。

（3）风扇采用静平衡后装在转子上，然后转子进行动平衡，同时提高转子平衡精度，这样可降低电机在旋转频率上的振动和噪声。

（4）选用低噪声值的电机专用轴承，采用轴承振动加速度级（dB）不超过表6-36的规定。

（5）机座、端盖等铸件进行退火处理，转轴毛坯件进行正火处理，以消除内应力保证加工精度，防止变形。

（6）选择合适的气隙长度、增大槽斜度和更改定转子槽配合等方法降低电磁噪声。

表6-36 轴承振动限值（加速度）

电动机中心高	极数	传动端		非传动端	
		规格	振动值(dB)	规格	振动值(dB)
80	2、4	180204Z3	38	180204Z3	38
90	2、4、6	180205Z3	40	180205Z3	40
100	2、4、6	180206Z3	41	180206Z3	41
112	2、4、6	180306Z3	44	180306Z3	44
132	2、4、6	180308Z3	46	180308Z3	46
160	2	309Z3	48	309Z3	48
	4、6、8	2309	53	309Z3	53

第七章　特殊环境派生系列

特殊环境派生系列，实质上属于结构派生系列，它是在基本系列结构设计的基础上作一些改动，使产品具有某种特殊的防护能力（例如防爆、化工防腐、户外和船用等）。这些系列的部分结构部件及防护措施与基本系列不同，计有 Y-W，Y-F 户外化工防腐蚀电动机系列、YA 增安型电动机系列、YB 隔爆型电动机系列和 Y-H 船用电动机系列。

7.1　Y-W 系列户外型及 Y-WF1 系列户外化工防腐蚀型电动机

Y-W、Y-WF1 系列电动机是在 Y 系列电动机的基础上，采取了加强结构材料和密封以及工艺防腐措施而派生的产品。电动机的外壳防护等级为 IP 54 或 IP 55。电动机的功率等级、功率和机座号及同步转速的对应关系、安装尺寸及公差以及效率和功率因数等性能指标均与 Y 系列（IP 44）电动机相同。

7.1.1　用途

Y-W 系列电动机适用于户外环境用的各种机械，如户外用水泵、油泵、矿山机械等。

Y-WF 1 系列电动机适用于存在少量化学腐蚀性介质的户外环境用各种机械，如石油、化工、制药及印染等企业户外用水泵、油泵等一般机械设备。

7.1.2　特殊使用环境条件

（1）空气温度随季节而变化，最高温度不高于 40℃，最低温度不低于－20℃。如环境空气温度要求低于－20℃（但不低于－35℃）时，应由用户与制造厂协商。

（2）空气的相对湿度不高于 90%（25℃时）。

（3）最大降雨强度为 50 mm/10 min。

（4）太阳辐射最大强度为5.86J/cm²·min。

（5）有砂尘、冰、雪、露、霜等。

（6）有一种或一种以上化学腐蚀介质（包括气体、雾、液体、粉尘）经常或不定期存在，根据其化学介质的严酷程度分为轻腐蚀和中等腐蚀两级。Y-W 系列电动机使用于轻腐蚀的环境，Y-WF1 系列电动机使用于中等腐蚀的环境。见表 7-1。

表7-1 化学腐蚀性介质分级

环境参数 \ 严酷程度分级（防护类型）		轻腐蚀	中等腐蚀
		Y-W	Y-WF1
化学气体浓度 (mg/m³)	氯气	<0.1	0.1～1.0
	氯化氢	<0.1	0.1～1.0
	二氧化硫	<0.1	0.1～10
	氮的氧化物	<0.1	0.1～10
	硫化氢	<0.01	0.01～10
	氟化氢及氢氟酸盐	<0.003	0.003～2.0
	氨气	<0.3	0.3～35
雾	酸（硫、盐、硝酸） 碱（氢氧化钠）	—	有时存在
液体	盐酸、硫酸 硝酸 氢氧化钠	—	偶而滴落
	食盐水、氨水	偶而滴落	有时滴落
腐蚀性粉尘		微量	少量

注：表中气体浓度仅从防腐要求考虑，有关防爆要求未加考虑。

7.1.3 结构材料及工艺措施

（1）电动机的轴承结构采用防水良好的甩水环(见图7-1)，并采用油脂密封，密封性能好。

（2）接线盒的进线口采用橡胶泥密封结构，提高了接线盒

的使用可靠性。

（3）电动机的外表面（机座、端盖、轴承盖、风罩、风扇等）采用耐腐蚀、耐太阳辐射性良好的油漆涂料，并采用了相应的工艺方法（见表 7-2）。

表7-2 工艺方案及措施

零件部位	材料名称	牌号	涂漆层次	干燥		溶剂
				温度（℃）	时间（h）	
铸件表面底漆	磷化底漆	X06-1	1	≥18	2	磷化液、无水乙醇、丁醇、甲苯、二甲苯
	铁红环氧脂底漆	H06-2	1	≥18	24	
定、转子铁心表面涂漆	磷化底漆	X06-1	1	≥18	2～3	磷化液、无水乙醇、丁醇、甲苯、二甲苯
	环氧气干清漆和环氧铁红底漆的混和物	H313-3和H06-2	1	≥18或120～130	24 1	
风扇、风罩表面涂漆	磷化底漆	X06-1	1	25	2	无水乙醇、丁醇、二甲苯、甲苯
	铁红环氧酯底漆	H06-2	2	25	24	
	铁红过氧乙烯底漆	G06-4	1	25	6	
	过氧乙烯防腐漆	G52-1	2	25	6	
电动机表面涂漆	磷化底漆	X06-1	1	25	3	无水乙醇、丁醇
	环氧铁红底漆	H06-2	1	25	24	二甲苯
	铁红过氧乙烯漆	G06-4	1	25	6	X-3过氧乙烯稀释剂
	过氧乙烯防腐漆	G52-1	1	25	6	X-3过氧乙烯稀释剂
	过氧乙烯防腐清漆	G52-2	1	25	6	X-3过氧乙烯稀释剂
	铁红聚氨脂底漆	7511	1	25	12	二甲苯、醋酸丁酯
	聚氨脂磁漆	7511	1	25	12	二甲苯、醋酸丁酯
	聚苯乙烯树脂邻苯二甲酸二辛酯		刷涂均匀			纯苯、四氯化碳、二甲苯的混合剂

7.1.4 特殊环境试验方法

（1）电动机试验项目的顺序如下：

Y-W 系列电动机：湿热——低温试验——防水试验——防尘试验。

Y-WF 1 系列电动机：化工气体腐蚀试验——低温试验——防水试验——防尘试验。

（2）湿热试验按 GB 2423.4-81《电工电子产品基本环境试验规程、试验 A_2：交变湿热试验方法》中 40℃ 的方法进行。在最后一周期的低温阶段，应保持温度为 25±3℃，相对湿度为95～98%，在此条件下保持 5 h，然后在试验室（箱）内测量绝缘电阻和进行耐电压试验。

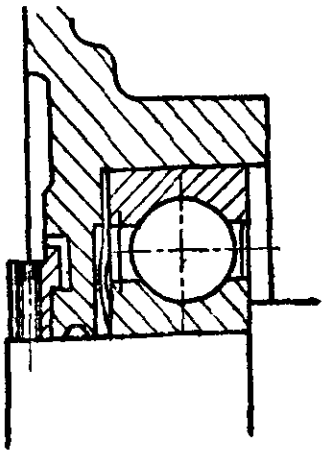


图7-1 轴承结构

（3）电动机的化工气体腐蚀试验，按表 7-3 进行。试验周期开始时二氧化硫理论浓度为 17.5mg/l（相当于 0.67%体积含水量）。

（4）进行湿热和化工气体腐蚀试验前，电动机应进行预处理，预处理温度为 25～35℃，从试验室（箱）达到预处理温度算起，不少于 8 h。

表7-3 化工气体腐蚀试验条件

试验周期	时间(h)	试验环境温度(℃)	相对湿度(%)	试验空间内的腐蚀气体
第一试验阶段	8（包括升温）	40± 2	≥95	二氧化硫
第二试验阶段	16(包括冷却)	18～28	≥95	二氧化硫

（5）低温试验按 GB 2423.1-81《电工电子产品基本环境试验规程试验 A：低温试验方法》中非散热样品，温度渐变的方法进行，电机在试验室（箱）内，使温度降低到－20±3℃保持 1 h，然后在试验室（箱）内观察其能否正常起动、润滑脂是否凝固。再将电动机从试验室（箱）内取出，恢复到室温后，进行有关的外观检查。

7.2 Y-F 系列化工防腐型电动机

Y-F 系列是在基本系列电动机的基础上采取了加强结构材料和密封及工艺防腐措施而派生的产品。电动机的外壳防护等级为 IP 54 或 IP 55。电动机的功率等级、功率和机座号及同步转速的对应关系、安装尺寸及公差、以及效率和功率因数主要性能指标均与Y系列（IP 44）电动机相同。

7.2.1 用途

Y-F 系列电动机是适用于经常或不定期地在一种或一种以上化学腐蚀性介质环境中的各种机械，如石油、化工、化肥、制药等企业用水泵、油泵、鼓风机、排气风扇等一般用途机械配套。

7.2.2 特殊使用环境条件

（1）空气的相对湿度不高于 90%（25℃）。

（2）有一种或一种以上化学腐蚀介质（包括气体、雾、液体、粉尘），经常或不定期地存在的环境。根据化学介质的严酷程度分为中等腐蚀和强腐蚀两级。在中等腐蚀环境，采用 Y-F 1 系列电动机，在强腐蚀环境采用 Y-F 2 系列电动机，见表 7-4。

表7-4 化学腐蚀介质分级

环境参数		化学介质严酷程度分级	
		中等腐蚀	强腐蚀
化学气体浓度 (mg/m^3)	氯气	0.1～1.0	>1～3
	氯化氢	0.1～1.0	>1～5
	二氧化硫	0.1～10	>10～40
	氮的氧化物	0.1～10	>10～30
	硫化氢	0.01～10	>10～70
	氟化氢及氢氟酸盐	0.003～2.0	>2～10
	氨气	0.3～25	>35～75
雾	酸（硫，盐，硝酸） 碱（氢氧化钠）	有时存在	经常存在
液体	盐酸，硫酸，硝酸，氢氧化钠	—	有时滴落
	食盐水，氨水	有时滴落	经常滴落
腐蚀性粉尘		少量	有

注：表中气体浓度仅从防腐要求考虑，不包括有关防爆要求。

7.2.3 特殊结构材料及工艺措施

（1）电动机的轴承结构采用曲路环，并采用油脂密封，密封性能好（见图7-2）。

（2）接线盒进线口采用橡胶泥密封结构，加强了使用可靠性。

（3）外裸紧固件采用不锈钢材料，以提高防腐性能。

（4）电动机外表面和有关零部件，采用耐腐蚀的油漆涂料和相应的工艺方法，见表7-5。

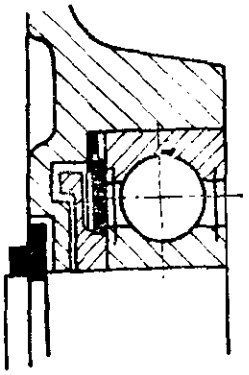


图7-2 轴承结构

表7-5 工艺方案及措施

零件部位	材料名称	牌号	涂漆层次	干燥		溶剂
				温度（℃）	时间（h）	
铸件表面涂漆	磷化底漆	X06-1	1	常温	2	磷化液、无水乙醇、丁醇
	环氧铁红底漆	H06-1	1	常温	24	
	过氯乙烯黄漆	G52-1	1			
风罩、风扇表面涂漆	环氧粉末 除锈磷化液	CL-C	浸涂 2次	160	1	汽油、甲苯
铭牌	透明环氧粉末		浸涂 2次	160	0.5	汽油、甲苯
电动机表面涂漆	环氧铁红底漆	H06-2	喷1次	25 120	24 1	二甲苯
	过氯乙烯底漆	G06-4	喷2次	25 60～65	24 2	X-3过氯乙烯稀释剂
	过氯乙烯防腐漆	G52-1	喷2次	25 60～65	12 2	X-3过氯乙烯稀释剂
	过氯乙烯防腐清漆	G52-1	喷2次	25 60～65	12 2	X-3过氯乙烯稀释剂
轴伸表面涂封	聚苯乙烯树脂		刷涂			纯苯、四氯化碳二甲苯的混合剂
	邻苯二甲酸二辛脂		刷涂			

7.2.4 特殊环境试验方法

（1）电动机的试验顺序如下：

化工气体腐蚀试验——防水试验——防尘试验。

（2）电动机化工气体腐蚀试验，按表5-23进行。试验前电动机应进行预处理，预处理温度为25～30℃，从试验室（箱）达到25℃温度算起不少于8 h。试验周期开始时二氧化硫理论浓度为17.5 mg/l（相当于0.67%体积含水量）。

7.3 YA系列增安型电动机

YA系列是Y系列（IP44）的派生产品。电动机符合GB3836.1-83《爆炸性环境用防爆电气设备通用要求》和GB3836.3-83《爆炸性环境用防爆电气设备增安型电气设备"*e*"》的要求。电动机的冷却方法、安装结构及型式、功率等级、安装尺寸及公差、噪声和振动以及绝缘等级均与Y系列（IP44）电动机相同。

7.3.1 用途

该系列电机适用于石油、化工、化肥、制药、轻纺等企业中具有2类爆炸危险的场所使用的各种机械，如水泵、油泵、鼓风机等设备配套。

7.3.2 使用环境条件

除爆炸危险环境条件外，其他使用环境条件与Y系列(IP44)电动机相同。YA系列电动机主要用于2类爆炸场所，在正常情况下，该场所的爆炸性混合物经常地或周期性地达到爆炸浓度。

表7-6 温度组别与爆炸性混合物的关系

温度等级	极限温度 (℃)	爆炸性混合物①
T_1	450	甲烷，氨，醋酸，乙烷，丙烷，丙酮，苯，乙烯，氯乙烯，氯苯，甲醇，甲苯，一氧化碳，醋酸乙酯，市用煤气，水煤气，氢
T_2	300	丁醇，醋酸酐，丁烷，乙醇，醋酸丁酯，醋酸戊酯，环氧乙烷，环氧丙烷，丁二烯，1.4一二氧基乙烷，乙炔
T_3	200	环己烷，戊烷，己烷，庚烷，辛烷，癸烷，硫化氢，汽油，异戊二烯

① 可燃气体或可燃液体的蒸汽与空气的混合物。

爆炸混合物按其自燃温度划分为 T_1，T_2、T_3 防爆组别，见表7-6。

7.3.3 技术要求与技术参数

电动机的制造，分为两个基本组别，其中 T_1 和 T_2 为一组，T_3 为另一组。

（1）电动机的功率与机座号、同步转速及温度组别的对应关系见表 7-7 。

（2）电动机的外形尺寸除了 AD 和 L 尺寸外，其他尺寸与 Y 系列（IP 44）电动机相同。AD 和 L 尺寸见表 7-8。

（3）电动机在功率、电压为额定值时，其效率和功率因数的保证值见表 7-9。

（4）在额定电压下，电动机堵转转矩对额定转矩之比的保证值见表 7-10。

（5）定子绕组温升限值（电阻法），单层绕组时不超过 80K，双层绕组时不超过70K。

（6）电动机在起动、额定运行或规定的过载（如在 t_E 时间结束）时，其任何部件的允许最高表面温度（温度计算）和温升限值见表 7-11。

（7）转子堵住时间 t_E 的规定。

增安型电动机转子堵住时间 t_E，是防爆措施中的重要技术参数。所谓堵住时间 t_E，是以电机在额定温升下被堵转的瞬间开始，一直到绕组所增加的温升达到表 7-12 规定值而切断电源为止，这段时间称为转子堵住时间。YA 系列电动机的 t_E 不允许小于 5 s，而且堵转电流 I_K 与额定电流 I_N 之比不大于 10，如图 7-3 所示。

（8）电动机的单边气隙最小值应不小于表 7-13 的规定。

（9）接线盒是容易引起火花、电弧而必须确保安全可靠的关键部件。YA 系列电动机接线盒外壳的防护等级为 IP 54。其结构见图 7-4。

表7-7 功率安排表

机座号	同步转速（r/min）							
	3000		1500		1000		750	
	温度/组别							
	T_1, T_2	T_3	T_1, T_2	T_3	T_1, T_2	T_3	T_1, T_2	T_3
	功率（kW）							
80 1	0.75		0.55		—		—	
80 2	1.1		0.75					
90S	1.5		1.1		0.75		—	
90L	2.2		1.5		1.1		—	
100L 1	3		2.2		1.5		—	
100L 2			3					
112M	4		4		2.2		—	
132S 1	5.5		5.5		3		2.2	
132S 2	7.5							
132M 1	—		7.5		4		3	
132M 2					5.5			
160M 1	11	—	11		7.5		4	
160M 2	15	11					5.5	
160L	18.5	15	15		11		7.5	
180M	22	18.5	18.5	—	—		—	
180L	—	—	22	18.5	15		11	
200L 1	30	22	30	22	18.5		15	
200L 2	37	30			22			
225S	—	—	37	30	—		18.5	
225M	45	37	45	37	30		22	
250M	55	45	55	45	37		30	
280S	75	55	75	55	45		37	
280M	90	75	90	75	55		45	

注：S、M、L后面的数字1及2分别代表同一机座号和转速下不同的功率。

表7-8 外形尺寸

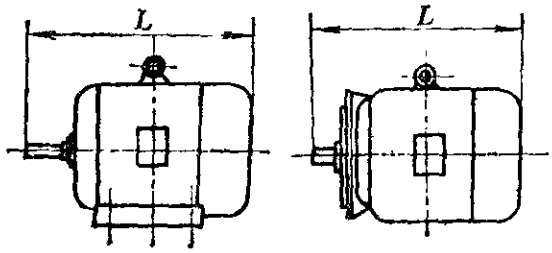
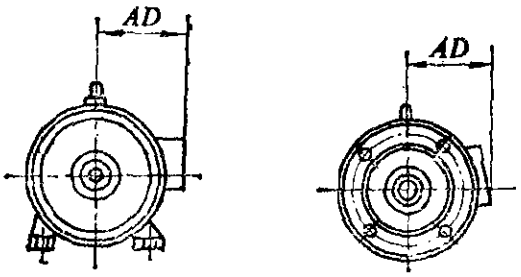
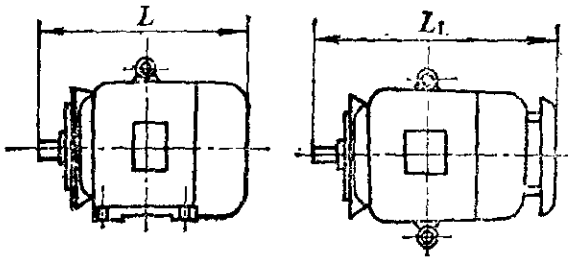
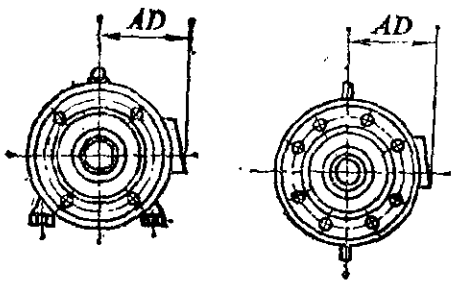
外型示意图	机座号	极数	外型尺寸 (mm)		
			AD	L	L_1
	80	2、4	190	300	—
	90S	2、4、6	195	325	—
	90L	2、4、6	195	350	—
	100L	2、4、6	220	395	—
	112M	2、4、6	230	415	—
	132S	2、4、6、8	250	495	—
	132M	2、4、6、8	250	530	—
	160M	2、4、6、8	295	615	—
	160L	2、4、6、8	295	660	—
	180M	2、4、6、8	345	700	760
	180L	2、4、6、8	345	740	800
	200L	2、4、6、8	370	805	880
	225S	4、8	405	850	940
	225M	2	405	845	935
		4、6、8	405	875	965
	250M	2、4、6、8	445	960	1065
	280S	2、4、6、8	470	1030	1150
	280M	2、4、6、8	470	1080	1200

表7-9 效率和功率因数

功率 (kW)	同步转速 (r/min)											
	3000		1500		1000	750	3000		1500		1000	750
	温度组别											
	T_1, T_2	T_3	T_1, T_2	T_3	$T_1 \sim T_3$	$T_1 \sim T_3$	T_1, T_2	T_3	T_1, T_2	T_3	$T_1 \sim T_3$	$T_1 \sim T_3$
	效率 (%)						功率因数					
0.55	—		73.0		—	—	—		0.74		—	—
0.75	75.0		74.5		72	—	0.84		0.74		0.70	—
1.1	77.0		77.5		73	—	0.86		0.76		0.72	—
1.5	78.0		78.5		77	—	0.85		0.78		0.73	—
2.2	82.0		81		80	80.5	0.86		0.81		0.73	0.71
3	82.0		82.5		83	81.5	0.87		0.80		0.75	0.72
4	85.5		84.5		84	84	0.87		0.81		0.77	0.72
5.5	85.5		85.5		85.3	85	0.88		0.83		0.78	0.74
7.5	86.2		87		86	86	0.88		0.84		0.77	0.75
11	87.2	87.5	88		87	86.5	0.88	0.90	0.84		0.77	0.76
15	88.2	88.5	88.5		89.5	88	0.88	0.90	0.85		0.81	0.76
18.5	89	88.5	91	90.5	89.8	89.5	0.89	0.91	0.86	0.87	0.83	0.76
22	90	88.5	91.5	91.5	90.2	90	0.89	0.91	0.86	0.86	0.83	0.78
30	90.5	89.5	92.2	91.2	90.2	90.5	0.89	0.91	0.87	0.87	0.84	0.80
37	91.5	90.5	91.8	91.5	90.8	91	0.89	0.91	0.87	0.88	0.86	0.79
45	91.5	90.5	92.3	92	92	91.7	0.89	0.91	0.88	0.88	0.87	0.80
55	91.5	91	92.6	92.2	92	—	0.89	0.91	0.88	0.89	0.87	—
75	91	91	92.7	93	—	—	0.91	0.91	0.88	0.90	—	—
90	91.5	—	93.5	—	—	—	0.91		0.89	—	—	—

注：效率用实际测杂散损耗的损耗分析法确定。

表7-10 堵转转矩倍数

功率 (kW)	同步转速 (r/min)					
	3000		1500		1000	750
	温度组别					
	T_1, T_2	T_3	T_1, T_2	T_3	T_1, T_2	T_3
	堵转转矩/额定转矩					
0.55	—		2.2		—	—
0.75	2.2				2.0	
1.1						
1.5						2.0
2.2						
3						
4						
5.5	2.0					
7.5						1.7
11	2.0	1.8	2.0	1.9	1.8	1.8
15						1.7
18.5		1.5				
22					1.7	1.8
30				1.8		
37			1.9		1.8	
45				1.7		
55			2.0			—
75	1.9	—	1.9	—	—	
90						

表7-11　允许最高表面温度和温升限值

温度组别	最高表面温度　(℃)	温升限值　(K)
T_1，T_2	300	260
T_3	200	160

注：如试验地点的海拔和环境空气温度与产品标准规定不同时，温升限值按GB755-81《电机基本技术要求》的规定修正。

表7-12　温升规定值　　℃

电动机部位	温度组别	
	T_1，T_2	T_3
定子绕组(电阻法)	145	145
转子表面(温度计法)	260	160

注：如试验地点的环境空气温度与本产品标准规定不同时，温升限值按GB755-81《电机基本技术要求》规定修正。

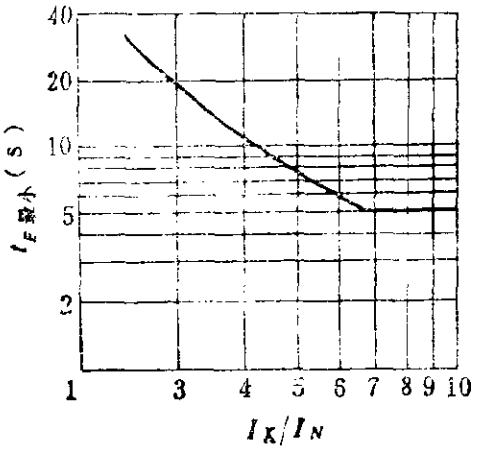


图7-3　电动机的t_E时间的最小值与堵转电流比的关系

表7-13　气隙限值

极　数	允许最小气隙 δ (mm)	
	$D<75$	$75<D<750$
2	0.25	$0.25+(D-75)/300$
4	0.20	$0.20+(D-75)/500$
6以上	0.20	$0.20+(D-75)/800$

注：D—转子直径。

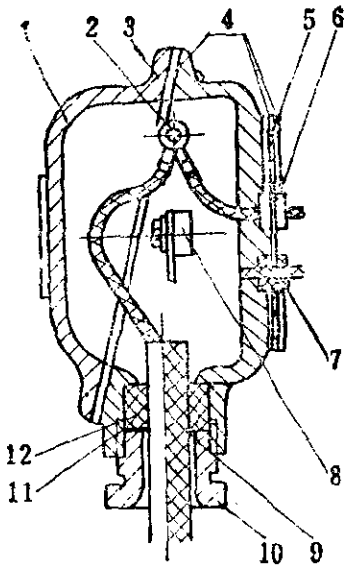


图7-4 YA系列电机软连接接线盒结构图

1—接线盒 2—接线头（用螺栓连接外包自粘带） 3—接线盒座 4—密封垫 5—出线板 6—出线堵 7—引出电缆 8—内接地端子 9—电源引入线 10—压紧螺母 11—垫圈 12—橡皮堵

7.4 YB系列隔爆型电动机

YB系列是Y系列（IP 44）的派生产品，按照GB3836.1-83《爆炸性环境用防爆电气设备通用要求》，GB3836.2-83《爆炸性环境用防爆电气设备，隔爆性电气设备"*d*"》以及IEC79-(1971)《电气设备隔爆外壳结构和试验》的规定制成隔爆型。电动机除了有关防爆特殊技术要求其他规定外，电动机的功率等级、功率与机座号及同步转速的对应关系、安装尺寸及公差、冷却方法、安装结构及型式、主要性能指标均与Y系列（IP 44）相同。

7.4.1 用途

YB系列根据使用场合条件，制成防爆标志为dI，dⅡAT4 dⅡBT4等三种。dI适用于煤矿井下固定设备的一般传动。dⅡAT4、dⅡBT4适用于工厂有最大试验安全间隙不小于ⅡB级，引燃温度不低于T4组的可燃性气体或蒸气与空气形成的爆炸性混合物的场所的设备上，作为传动机械使用。

7.4.2 使用环境条件

除了爆炸危险的特殊环境条件外，其他使用环境条件与Y系列（IP 44）相同。爆炸危险场所的常见可燃性气体，蒸气、级别、温度组别见表7-14。

表7-14 常见可燃性气体

级 别	组 别			
	T_1	T_2	T_3	T_4
ⅡA	甲烷、乙烷、丙烷、苯乙烯、苯甲苯、二甲苯、一氧化碳、醋酸	丁烷、丙烯、乙苯、甲醇、乙醇、丙醇、丁醇	戊烷、已烷、庚烷、辛烷、癸烷、环已烷、煤油、柴油、车用汽油	
ⅡB	丙炔、环丙烷、焦炉煤气	乙烯、1.3一丁二烯、环氧乙烷、1.2一环氧丙烷	二甲醚、四氢糠醇、丁烯醛、丙烯醛、硫化氢	乙基甲基醚、二乙醚、四氟乙烯

7.4.3 防爆要点

在不正常情况（如产生火花、电弧）下，当电动机内部的爆炸性混合物产生爆炸时，隔爆外壳应承受爆炸压力。并且内部的火焰不能通过隔爆外壳接合面而引起外部爆炸性混合物的爆炸。YB 系列电动机的防爆要点如下：

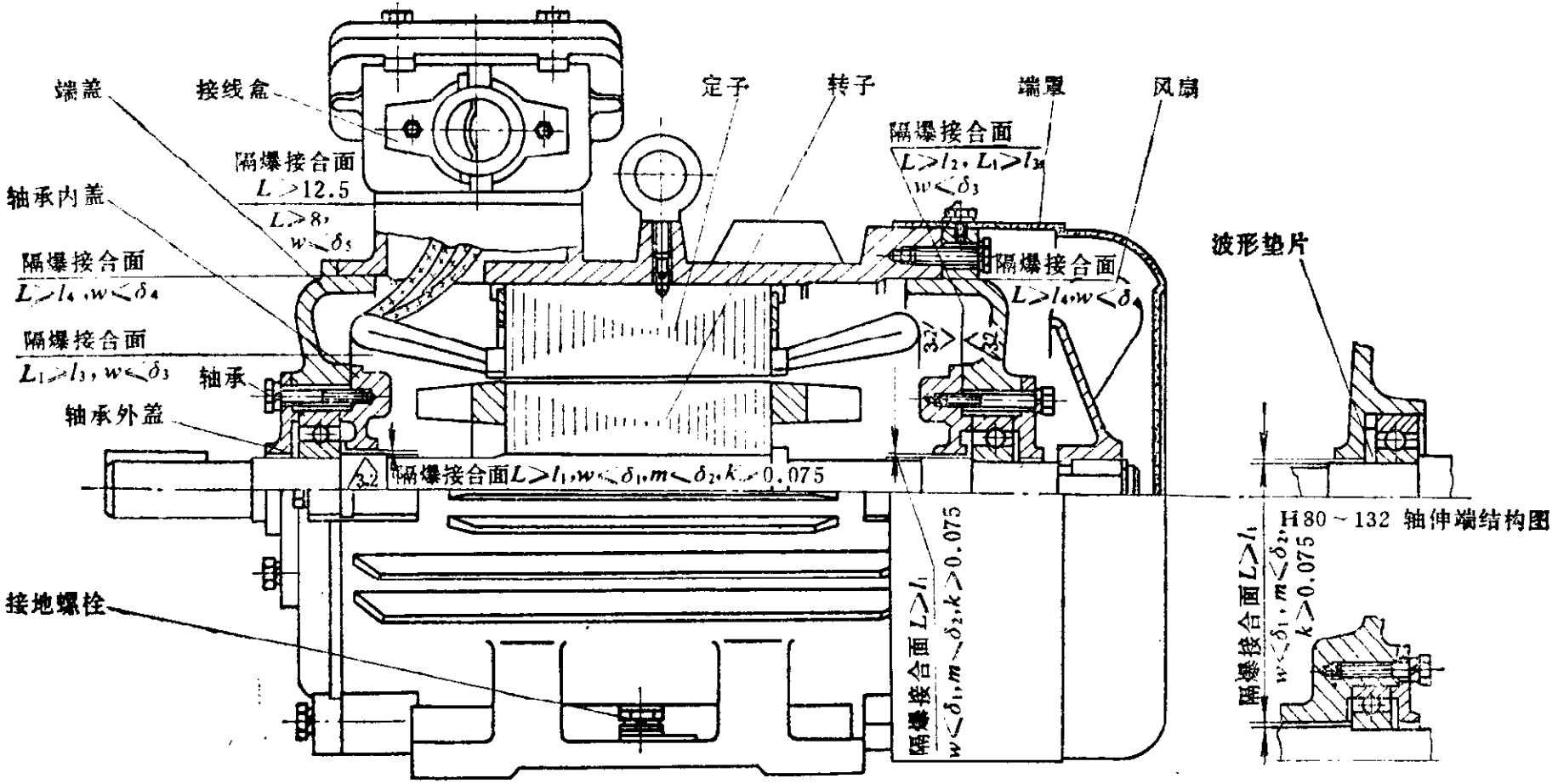
（1）组成隔爆外壳的零部件按 GB3836.2-83 的规定作水压试验，以保证能承受最大内部爆炸压力。

（2）组成隔爆外壳的各零部件间的隔爆接合面长度，间隙或直径差、粗糙度、接线盒内部裸露导体之间、裸露导体与金属外壳之间的电气间隙及漏电距离见图 7-5 和 7-6。

（3）连接隔爆外壳的螺栓均装有弹簧垫圈，可防止自行松脱。根据需要，外露的螺栓头可设护圈防护，以防任意松动。

（4）机座、端盖、轴承内盖、接线盒座、接线盒盖、接线螺栓、端子套、轴、密封圈是隔爆零件。密封圈采用橡胶 XH-50，其肖氏硬度为 45～55（见图 7-7）。

（5）在额定工作状态下，电动机外壳表面温度，煤矿用不得超过 +200℃，但有煤粉堆积在电动机外表面时，不得超过 +150℃，工厂用不得超过表 7-15 的规定，进线口处的温度不得高于所用电缆的允许温度，以保证电缆运行可靠。



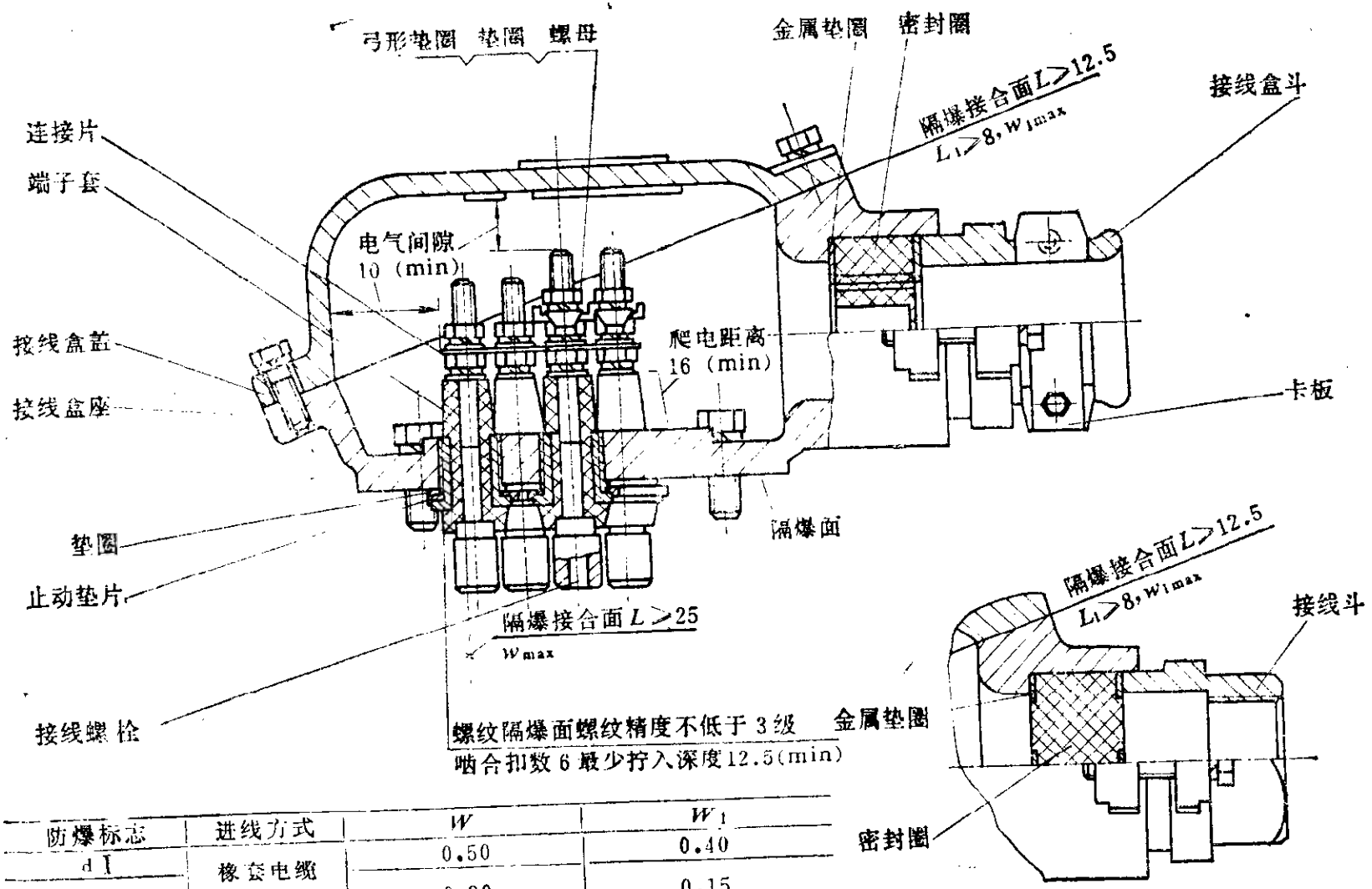
H80～132 风扇端结构图

机座号	l_1	l_2	l_3	l_4	δ_1		δ_2		δ_3	δ_4	δ_5
					d Ⅰ	d Ⅱ BT$_4$	d Ⅰ	d Ⅱ BT$_4$			
H80～100	12.5	—	—	12.5	0.5	0.3	0.33	0.20	—	0.20	
H112～132	25	—	—		0.6		0.40		—	0.15	
H160～200		12.5	8	25					0.15	0.20	0.15
H225～280	40	25	9		0.8	0.4	0.53	0.26	0.20		

注：1. m—最大单边间隙；k—最小单边间隙

2. H160～280 机座号 4.6.8 P 轴伸端为电机专用柱轴承

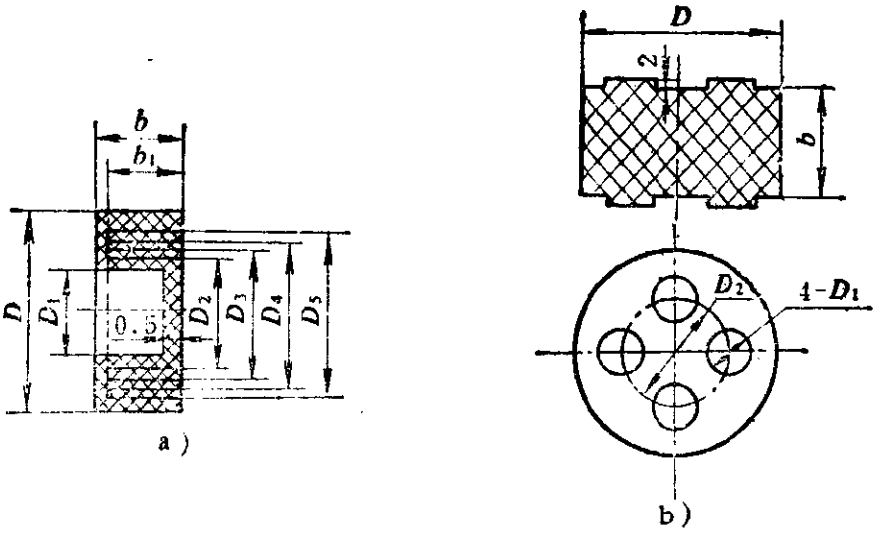
图7-5 YB系列典型结构图



防爆标志	进线方式	W	W_1
d Ⅰ	橡套电缆	0.50	0.40
d ⅡBT$_4$	钢管布线	0.20	0.15

注：弓形垫圈的电气间隙10min。

图7-6　YB系列接线盒结构图



mm

机座号	进线方式	密封圈型式	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D	b_1	b
H80～H112	橡套电缆	a)	ϕ14	ϕ20	ϕ25	—	—	$\phi 42_{-0.62}^{0}$	18	19
H132～H180			ϕ14	ϕ20	ϕ26	ϕ31	ϕ35	$\phi 58_{-0.74}^{0}$	24	26
H200～H225 H250～H280 (Y～△起动)			ϕ20	ϕ26	ϕ32	ϕ37	ϕ42	$\phi 72_{-0.74}^{0}$	30	32
H250～H280			ϕ25	ϕ31	ϕ36	ϕ45	ϕ50	$\phi 90_{-0.87}^{0}$	36	38
H80～H112	铜管布线电缆	b)	ϕ10	ϕ18	—	ϕ10	—	$\phi 42_{-0.62}^{0}$	—	19
H132～H180			ϕ15	ϕ24	—	ϕ12	—	$\phi 58_{-0.74}^{0}$	—	26
H200～H225 H250～H280 (Y～△起动)			ϕ18	ϕ30	ϕ36	ϕ12	—	$\phi 72_{-0.74}^{0}$	—	32
H250～H280			ϕ25	ϕ44	ϕ52	ϕ16	—	$\phi 90_{-0.87}^{0}$	—	38

图7-7　密封圈结构

表7-15　不同爆炸性混合物中电机表面最高允许温度

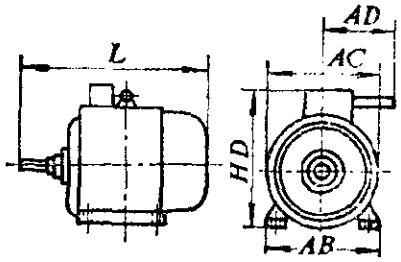
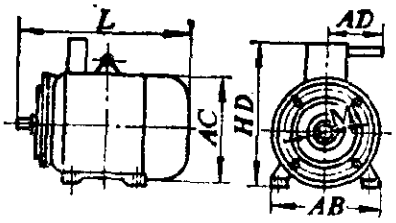
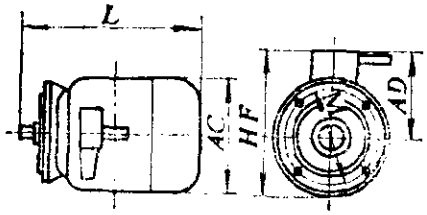
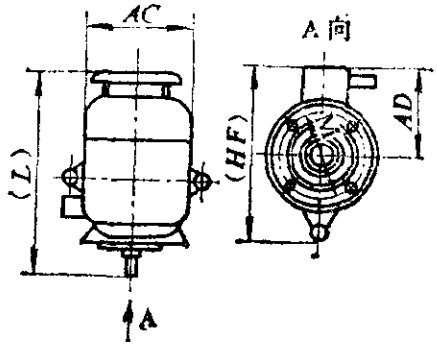
爆炸性混合物组别	T_1	T_2	T_3	T_4
电机表面最高允许温度（℃）	450	300	200	135

7.4.4　技术要求与技术参数

（1）电动机的额定电压为220、380、660、220/380、380/660V。

（2）电动机的外形尺寸见表7-16。

表7-16 外

外形示意图	机座号	极 数	AB
	80	2、4	165
	90S	2、4、6	180
	90L	2、4、6	180
	100L	2、4、6	200
	112M	2、4、6	225
	132S	2、4、6、8	280
	132M	2、4、6、8	280
	160M	2、4、6、8	330
	160L	2、4、6、8	330
	180M	2、4、6、8	355
	180L	2、4、6、8	355
	200L	2、4、6、8	390
	225S	4、8	435
	225M	2	435
		4、6、8	435
	250M	2、4、6、8	490
	280S	2、4、6、8	490
	280M	2、4、6、8	545

注：括号内的字母代号为立式安装电机的尺寸代号。

形尺寸

外　形　尺　寸　(mm)

AC	AD	HD	HF	(HF)	L	(L)
160	225	325	345	—	330	—
180	225	340	355	—	360	—
180	225	340	355	—	385	—
200	225	370	395	—	430	—
225	225	385	400	—	460	—
265	240	430	450	—	510	—
265	240	430	450	—	550	—
320	240	485	500	—	655	—
320	240	485	500	—	695	—
360	240	525	530	610	730	800
360	240	525	530	610	750	820
400	290	590	590	670	805	873
450	290	615	635	715	845	915
450	290	615	635	715	840	910
450	290	615	635	715	870	940
500	330	740	—	845	935	1025
560	330	800	—	880	1010	1100
560	330	800	—	880	1060	1150

（3）电动机的绝缘等级为F级，但电动机绕组温升按B级（80K）考核。

7.5 Y-H系列船用电动机

Y-H系列是在Y系列（IP44）电动机的基础上派生的。其功率等级、功率与机座号及同步转速的对应关系、安装尺寸、外壳防护等级和绝缘等级等均与Y系列（IP44）电动机相同。

7.5.1 用途

本系列电动机适用于海洋、江河上的一般船舶，用来驱动各种机械，如泵、通风机、分离器、液压机械及辅助设备等。

7.5.2 使用环境条件

环境空气温度为50℃，海拔零米，空气相对湿度不大于95%，并伴有凝雾、盐雾、油雾及霉菌等，使用场合经常受到冲击振动及具有22.5°的倾斜角。

7.5.3 结构特点

Y-H系列电动机的结构型式和零部件的选型基本上与Y系列（IP44）电动机相同。根据船舶上的使用特点，在结构上有下列特殊要求：

（1）铸铁件如机座、端盖、轴承盖等采用HT20-40号铸铁，以提高机械强度。

（2）接线盒在机座上的位置设在接线盒的中心线与水平夹角成15～40°的范围内，使接线盒电缆进线口至地面的距离增大，便于接线。

（3）H160～280电动机的轴承结构设有加油孔和相应的排油道。其结构型式见图7-8。

（4）为便于接线，增大了接线盒的空腔尺寸。接线盒内设有贮存电缆的装置，并储存有足够更换三次以上的备用电缆。接线盒填料函（接线盒斗）根据船用电缆配置采用CB785-74标准的规定，同时也可选用DIN46255标准规定的填料函。其规格列于表7-17。

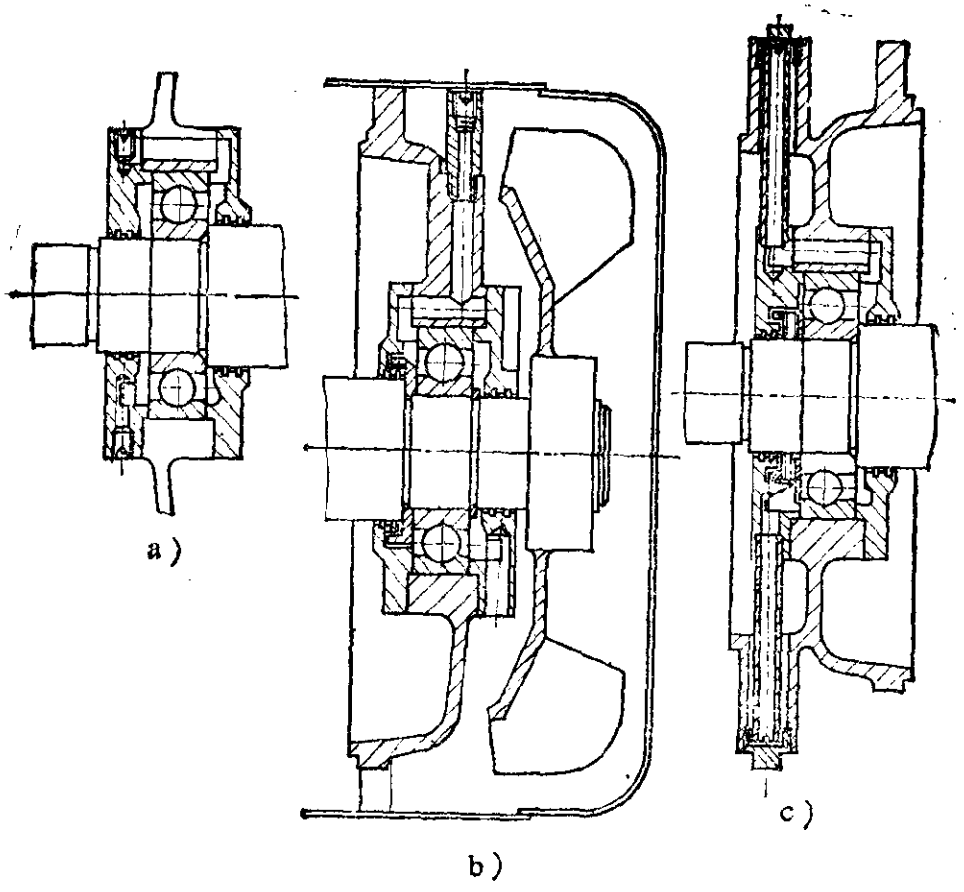


图7-8 轴承结构

a）传动端 b）非传动端 c）立式电机传动端

表7-17 接线电缆配置

机座号	满载电流（最大）（A）	选用CEYH$_{31}$V-C，CEYH$_{32}$V-C，CEF$_{31}$V-C，CEF$_{32}$V-C		CB785-74	DIN46255
		标称截面 （mm）	最大外径 （mm）	填料函规格	填料函规格
80～112	8.56	1	14.4	d 16	Pg16
132～180	42.3	10	22.5	d 20	Pg29
200～225	83.4	25	29.2	d 34	Pg34
250～280	163.7	70(95)	42.9(48.5)	d 53	Pg48

7.5.4 技术要求

（1）额定频率和电压

50Hz、380V和60Hz、440V种两

（2）在额定电压下电动机堵转视在功率S_I（用堵转视在功率与额定功率的比值表示）、堵转转矩、最小转矩及最大转矩应符合表7-18～21的规定。

表7-18　2极电动机的性能指标

机座号	额定功率(kW)	T_K	T_{min}	T_m	S_1	效率η(%)		功率因数cosφ		转差率 s(%)	
						50Hz 380V	60Hz 440V	50Hz 380V	60Hz 440V	50Hz 380V	60Hz 440V
80_1	0.75	1.9	1.2	2.1	13	76	76.5	0.84	0.82	6.5	5.5
80_2	1.1					76.5	77.5	0.85	0.85	6.5	5.5
90S	1.5					79.0	80	0.82	0.80	6.0	5.0
90L	2.2		1.1			82.6	83.5	0.83	0.81	6.0	5.0
100L	3					84	84	0.87	0.86	5.5	4.5
112M	4					84.5	87	0.86	0.84	5.0	4.0
132S1	5.5	1.5	1.0	1.8		86.5	86	0.88	0.87	4.5	4.0
132S2	7.5				12	87.5	87	0.89	0.88	4.5	4.0
160M1	11	1.8		2.0		89	88.6	0.87	0.87	4.0	3.5
160M2	15					89.5	90	0.88	0.88	4.0	3.5
160L	18.5					89.5	90	0.88	0.89	3.5	3.0
180M	22		0.9			89.5	89	0.88	0.88	3.5	3.0
200L1	30	1.7		1.9	11	89.5	89	0.88	0.88	3.0	2.5
200L2	37					92	91.5	0.88	0.88	3.0	2.5
225M	45		0.8			90.5	90	0.88	0.86	3.0	2.5
250M	55					92	90.5	0.88	0.87	2.5	2.0
280S	75		0.7			92	91.5	0.89	0.89	2.5	2.0
280M	90					93.5	92.5	0.88	0.89	2.0	1.5

注：表7-18～21中字母代号含义：

$$T_K = \frac{\text{堵转转矩}}{\text{额定转矩}} \qquad T_m = \frac{\text{最大转矩}}{\text{额定转矩}}$$

$$T_{min} = \frac{\text{最小转矩}}{\text{额定转矩}} \qquad S_1 = \frac{\text{堵转视在功率}}{\text{额定功率}}$$

表7-19　4极电动机的性能指标

机座号	额定功率(kW)	T_K	T_{min}	T_m	S_1	效率η(%)		功率因数cosφ		转差率s(%)	
						50Hz 380V	60Hz 440V	50Hz 380V	60Hz 440V	50Hz 380V	60Hz 440V
80_1	0.55	1.9	1.3	2.1	13	72.5	74	0.75	0.71	7.5	6.5
80_2	0.75					74	76	0.75	0.72	7.5	6.5
90S	1.1					78	79	0.78	0.75	7.5	6.5
90L	1.5					79	80.5	0.80	0.77	7.0	6.0
100L1	2.2					81.5	82.5	0.81	0.78	6.5	5.5
100L2	3		1.2			83	85	0.82	0.78	6.5	5.5
112M	4					84.5	86	0.81	0.79	6.0	5.0
132S	5.5	1.8	1.1	2.0	12	86	88	0.83	0.82	5.5	4.5
132M	7.5					87	88.5	0.85	0.84	5.0	4.5
160M	11					88.5	89	0.83	0.83	5.0	4.0
160L	15					89.5	90	0.84	0.83	4.5	3.5
180M	18.5		1.0			91	91.5	0.86	0.86	4.0	3.0
180L	22					91.5	91	0.87	0.86	4.0	3.0
200L	30	1.7		1.9	11	91.5	92	0.87	0.86	3.5	3.0
225S	37					92	92.5	0.87	0.87	3.5	3.0
225M	45					92.5	92.5	0.88	0.87	3.5	3.0
250M	55		0.9			92.5	92.5	0.88	0.88	3.0	2.5
280S	75					93.5	92.5	0.88	0.88	2.5	2.0
280M	90	1.6				93.5	93.5	0.89	0.89	2.5	2.0

表7-20　6极电动机的性能指标

机座号	额定功率(kW)	T_K	T_{min}	T_m	S_1	效率 η(%)		功率因数 $\cos\varphi$		转差率 s(%)	
						50Hz 380V	60Hz 440V	50Hz 380V	60Hz 440V	50Hz 380V	60Hz 440V
90S	0.75	1.0	1.2	2.0	13	72.5	74	0.70	0.67	8.0	7.0
90L	1.1		1.1			72.5	74	0.71	0.68	8.0	7.0
100L	1.5					77.5	79.5	0.73	0.70	7.5	6.0
112M	2.2					79.5	82	0.72	0.68	7.0	5.5
132S	3.0					83.5	83.5	0.76	0.74	6.5	5.5
132M1	4.0					84	86	0.76	0.74	6.0	5.0
132M2	5.5					86	87.5	0.78	0.77	5.5	4.5
160M	7.5	1.7	1.0	1.9	12	87.5	88.5	0.76	0.75	5.0	4.5
160L	11					88	88.5	0.76	0.75	5.0	4.0
180L	15					88.5	88.5	0.78	0.76	4.5	3.5
200L1	18.5					90	90.5	0.83	0.82	4.0	3.0
200L2	22					90	90.5	0.83	0.82	4.0	3.0
225M	30	1.5	0.9	1.8	11	91	91.5	0.82	0.81	3.5	3.0
250M	37					91	91	0.87	0.87	3.5	3.0
280S	45					92	92	0.86	0.85	3.5	3.0
280M	55					92	92.5	0.88	0.87	3.0	2.5

表7-21　8极电动机的性能指标

机座	额定功率(kW)	T_K	T_{min}	T_m	S_1	效率 η(%)		功率因数 $\cos\varphi$		转差率 s(%)	
						50Hz 380V	60Hz 440V	50Hz 380V	60Hz 440V	50Hz 380V	60Hz 440V
132S	2.2	1.7	1.0	1.9	13	80	81	0.72	0.68	7.0	6.0
132M	3					82.5	83.5	0.73	0.90	6.5	6.0
160M1	4					84	86	0.69	0.67	6.5	5.5
160M2	5.5					85.5	87	0.73	0.72	6.5	5.0

（续）

机座	额定功率(kW)	T_K	T_{min}	T_n	S_1	效率 η(%)		功率因数 $\cos\varphi$		转差率 s(%)	
						50Hz 380V	60Hz 440V	50Hz 380V	60Hz 440V	50Hz 380V	60Hz 440V
160L	7.5	1.7	1.0	1.9	12	86	87	0.75	0.73	6.0	5.0
180L	11	1.5	0.9	1.8	12	87	88	0.75	0.74	5.5	4.5
200L	15	1.5	0.9	1.8	12	89	90	0.77	0.75	5.5	4.5
225S	18.5	1.5	0.9	1.8	12	90.5	91	0.77	0.75	5.0	4.0
225M	22	1.5	0.9	1.8	12	90.5	91	0.78	0.76	4.5	3.5
250M	30	1.5	0.9	1.8	11	91.5	92	0.77	0.75	4.5	3.5
280S	37	1.5	0.9	1.8	11	91.5	91.5	0.77	0.77	4.0	3.0
280M	45	1.5	0.8	1.8	11	92.5	92.5	0.78	0.79	3.5	3.0

（3）电动机在功率、频率、电压为额定值时，其效率、功率因数的保证值、转差率的数值应符合表 7-18～21 的规定。

（4）定子绕组温升限度(电阻法) 为 70℃。轴承允许温度(温度计法) 为 90℃。

（5）电动机在频率变化范围为±5%，电压变化范围为 −10%～+6%时，应能可靠地运转。

（6）电动机在空载时，测得振动有效值不超过表 7-22 的规定。

表7-22 振动速度有效值

机座号	80～132		160～225		250～280	
同步转速(r/min)	600～1800	>1800～3600	600～1800	>1800～3600	600～1800	>1800～3600
振动速度有效值(mm/s)	1.8	1.8	1.8	2.8	2.8	4.5

（7）电动机空载时测得的A计权声功率级的噪声值不超过表 7-23 的规定。

（8）电动机的外形尺寸见表7-24。

表7-23 噪声限值（A计权）

同步转速 (r/min)	>600 ~960	>960 ~1320	>1320 ~1900	>1900 ~2360	>2360 ~3150	>3150 ~3750
功率（kW）	声功率级 (dB)(A)					
1.1及以下	76	79	80	83	84	88
>1.1~2.2	79	80	83	87	89	91
>2.2~5.5	82	84	87	92	93	95
>5.5~11	85	88	91	96	97	100
>11~22	89	93	96	98	101	103
>22~37	91	95	97	100	103	105
>37~55	92	97	99	103	105	107
>55~110	96	101	104	105	107	109

7.5.5 特殊试验项目的试验方法

（1）电源频率和电动机端电压变化的试验

在表7-25中六种不同的电源频率和电压的情况下，电动机应能输出额定功率，并且在保持额定输出的情况下测量电动机的三相电流、三相电压、频率和转差率，试验结果应符合7.5.4所述的要求。

（2）电机绕组和绝缘零件材料的防霉试验

按GB2423.16-81《电工电子产品基本环境试验规程 试验J：长霉试验方法》进行，经28天暴露结束后应满足该标准规定的三级要求，但其长霉面积最大不得超过30%。

注：此项试验也可按IEC68-2-10A的有关规定进行。

（3）电动机的金属电镀件的盐雾试验

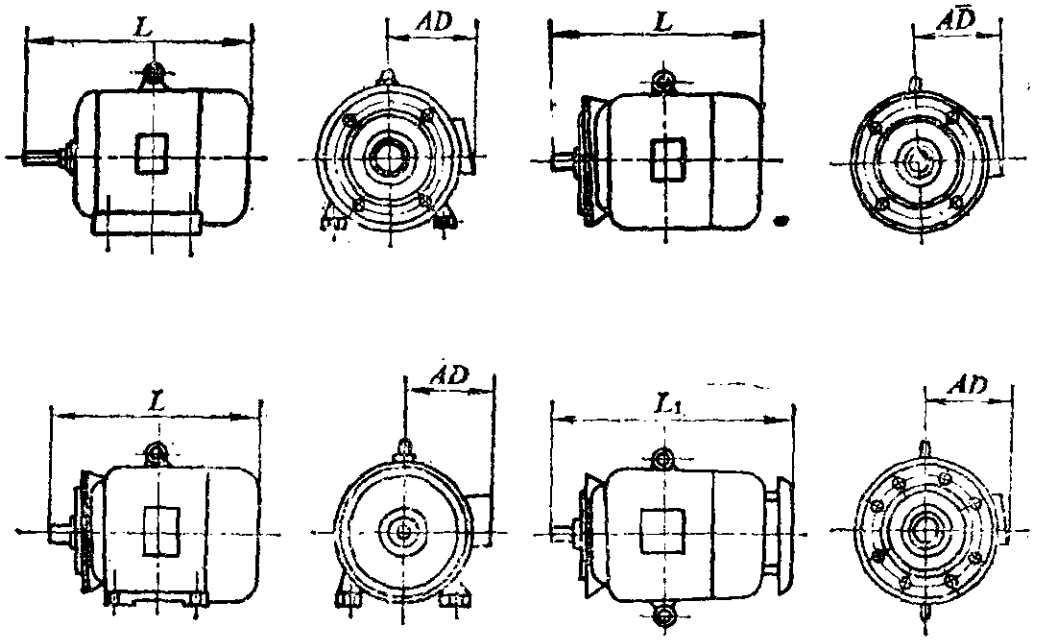
按GB2423.17-81《电工电子产品基本环境试验规程 试验Ka：盐雾试验方法》的有关规定进行。试验结束后应符合表7-26的规定。

注：此项试验也可按IEC-2-11的有关规定进行。

（4）电动机倾斜试验

表7-24 外形尺寸

示意图



机座号	极数	外形尺寸（mm）					
		AD	HD	HF	(HF)	L	L_1
80	2, 4	160	205	230	260	290	335
90S	2, 4, 6	175	225	235	270	320	365
90L	2, 4, 6	175	225	235	270	345	390
100L	2, 4, 6	185	250	275	300	385	430
112M	2, 4, 6	195	270	285	320	405	450
132S	2, 4, 6, 8	235	320	340	380	480	535
132M	4, 6, 8	235	320	340	380	520	575
160M	2, 4, 6, 8	265	385	400	450	605	660
160L	2, 4, 6, 8	265	385	400	450	650	705
180M	2, 4	280	425	420	490	670	730
180L	4, 6, 8	280	425	420	490	705	765
200L	2, 4, 6, 8	355	475	475	550	780	840
225S	4, 8	370	530	530	610	825	885

（续）

机座号	极数	外形尺寸（mm）					
		AD	*HD*	*HF*	*(HF)*	*L*	L_1
225M	2	370	530	530	610	820	880
	4，6，8	370	530	530	610	850	910
250M	2，4，6，8	455	570	—	640	935	995
280S	2，4，6，8	470	640	—	720	1020	1090
280M	2，4，6，8	470	640	—	720	1070	1140

表7-25　电源频率与电压值关系

序号	电源频率	电动机端电压	备注
1	f_n	106%u_n	
2	f_n	90%u_n	f_n—额定频率
3	105%f_n	u_n	
4	95%f_n	u_n	u_n—额定电压
5	105%f_n	95%u_n	
6	95%f_n	95%u_n	

1）试验要求

对于安装结构型式为IM1001（IMB3）、IM3001（IMB5）、IM2001（IMB35）的电动机，试验时使其轴伸端与水平成下列角度空载运转：

向下倾：22.5°　试验至轴承温度稳定为止；

向上倾：22.5°　试验至轴承温度稳定为止。

表7-26 金属零件电镀要求

底金属材料	零件差别	镀层差别	合格要求	试验时间（h）
碳钢	一般结构零件	铜+镍+铬	主要表面无棕锈	48
		低锡青铜+铬		
	一般结构零件、紧固零件、弹性零件	锌镉	主要表面无白色或灰黑色腐蚀物	96
有色金属	一般结构零件	镍+铬	主要表面无浅绿色腐蚀物	
	一般结构零件紧固零件	镍或高锡青铜	主要表面无灰色或浅绿色腐蚀物	48
	弹性零件	镍		
	电联零件	锡	主要表面无灰黑色腐蚀物	24
		铜	主要表面无铜绿	

对于安装结构型式为IM3011（IMV1）的电动机，试验时使其轴与垂直线在任意方向倾斜22.5°空载运转，试验至轴承温度稳定为止。

2）试验结束时，轴承温度（用温度计或点温计测量）应不超过90℃，并且润滑脂不允许泄漏。

（5）运输试验

将电机包装后进行垂向碰撞试验和跌落试验。

1）碰撞试验

将电机包装后用绳索紧固在试验台上垂向碰撞1000±10次，加速度10±1 g，脉冲持续时间11±2 ms，重复频率60～100次/min，脉冲波形近似半正弦波。

不能使用碰撞台的电机，应以 30 km 时速在 3 级公路运输 200 km，或以 40 km 时速在 2 级公路运输 300 km。

试验后电机应能可靠工作，无损伤、松动等现象。

2）跌落试验

自由跌落试验：将电机包装后，底面、正面自由跌落在平滑坚硬的水泥地或钢板地上四次。跌落高度：重量小于或等于 100kg 时为 500 mm；重量大于 100kg 时为250mm。

角跌落试验：将电机包装后，底面某一角着地，底面与地面成30° 角，将产品自由放下，底面每个角各进行一次。

第八章　特殊专用系列

特殊专用系列是适应特殊条件及使用场合的专用品种，不能在基本系列的基础上用派生的办法解决，须按使用与技术要求进行专门设计。本手册编入了起重冶金三相异步电动机(YZR、YZ系列)、井用三相异步电动机（YQS2系列)。

8.1　YZR、YZ系列起重冶金用三相异步电动机

YZR、YZ系列电动机适用于各种型式的起重运输机械及冶金辅助设备的电力传动。

YZR系列为绕线转子电动机，中心高为H112～400，基准工作制的功率范围为1.5～200kW、共11个机座号32个规格。YZ系列为笼型电动机，中心高为H112～250、基准工作制功率范围为1.5～30kW、共7个机座号11个规格。

YZR、YZ系列电动机的同步转速为1000、750和600 r/min三档，工作制为S2～S8七种类型、热等效起动次数分为6、150、300和600次四档、电动机的基准工作制为S340%。一般环境用电动机外壳防护等级为IP44，冶金环境用为IP54。绝缘等级分为F、H级两种，分别用于环境温度不超过40和60℃的场所。

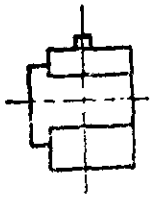
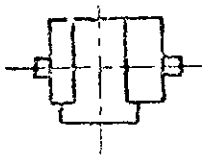
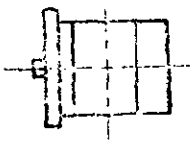
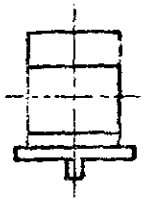
8.1.1　结构特点

（1）中心高H112～132为封闭自冷式、其余为封闭自扇冷式。电动机的安装型式和制造范围（中心高）如表8-1所示。

（2）YZR系列电动机结构如图8-1所示，YZ系列电动机结构如图8-2所示。其机座和端盖采用机械强度不低于HT15～33的灰铸铁铸造，机座外表面有散热筋。

（3）H112～250机座号电动机定子铁心为外压装、其余为内压装。H400机座号定子绕组为成型绕组，其余为散嵌绕组。

表8-1　安装结构及型式

结构及安装型式	代　　号	制造范围(机座号)
	IM1001	*H*112～160
	IM1003	*H*180～400
	IM1002	*H*112～160
	IM1004	*H*180～400
	IM3001	*H*112～160
	IM3003	*H*180
	IM3011	*H*112～160
	IM3013	*H*180～315

绕组一般为三个出线头、*H*112～355 机座号为Y接法、*H* 400 机座号为△接法、根据用户要求可引出六个出线头。

（4）*H*112～180机座号的转子铁心直接压到轴上，采用过渡配合。其余机座号转子铁心与转轴的连结采用轴带辐的固定式转子支架。

YZR 系列电动机转子绕组，*H*112～250 机座号为单层叠绕组，其余为双层波绕组。YZ 系列转子由高电阻率的铝锰合金铸成。

（5）*H*112～160机座号为圆柱形轴伸，*H*180～400机座号为圆锥形轴伸。

（6）YZR、YZ 系列电动机所用轴承见表 8-2。轴承润滑脂为 8L-3 锂基润滑脂（SYB1412-75）。

（7）集电环与电刷装置

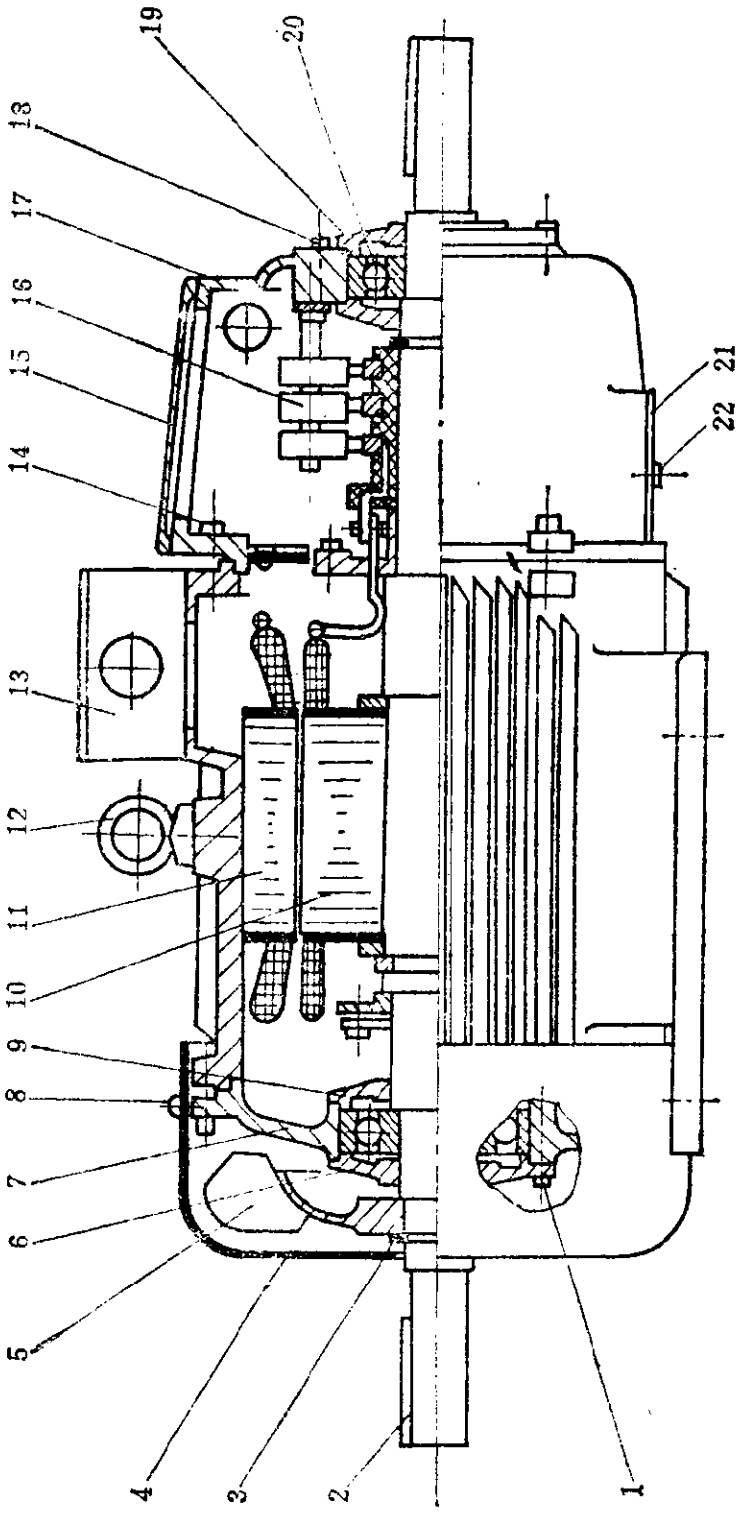


图8-1 YZR系列结构

1—螺栓 2—键 3—挡圈 4—风罩 5—风扇 6—前轴承外盖 7—前端盖 8—螺钉 9—轴承内盖 10—转子 11—定子 12—吊环螺钉 13—接线盒 14—螺栓 15—视察窗盖 16—电刷装置 17—后端盖 18—螺栓 19—后轴承外盖 20—轴承 21—防尘孔盖 22—螺栓

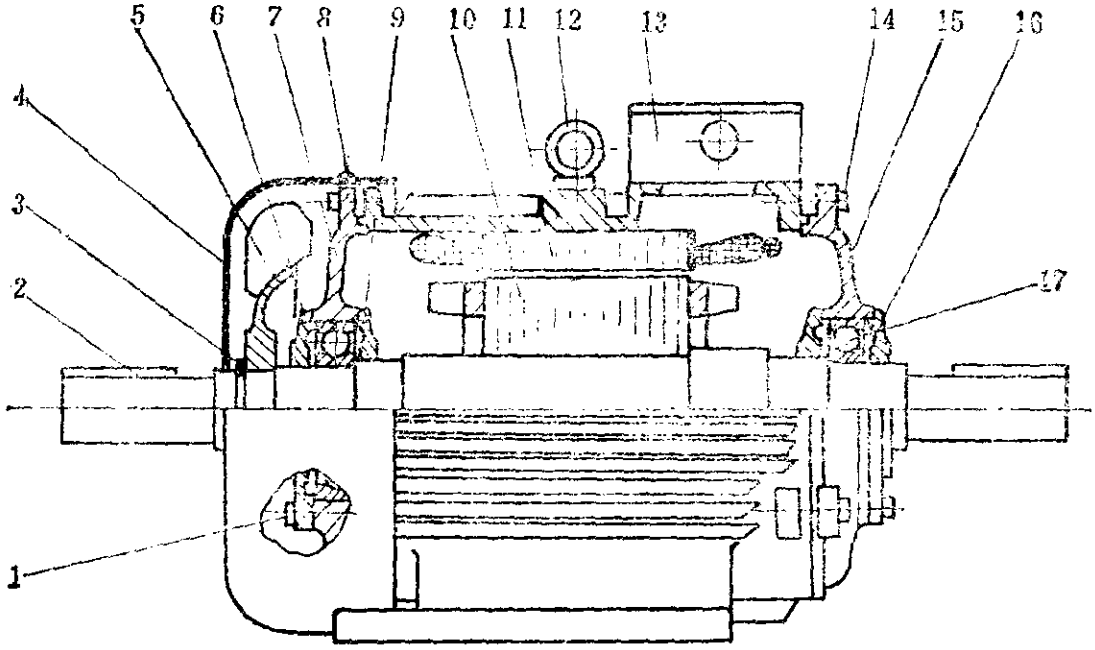


图8-2 YZ系列结构

1—螺栓 2—键 3—挡圈 4—风罩 5—风扇 6—前轴承外盖 7—前端盖 8—螺钉 9—轴承内盖 10—转子 11—定子 12—吊环螺钉 13—接线盒 14—螺栓 15—后端盖 16—后轴承外盖 17—轴承

表8-2 轴承规格

安装型式 / 电动机中心高	IM 1		IM 3	
	传动端	非传动端	传动端	非传动端
112	308	308	308	308
132	309	309	309	309
160	311	311	311	311
180	313	313	313	313
200	32315	315	32315	46315
225	32315	315	32315	46315
250	32316	316	32316	46316
280	32320	320	32320	46320
315	32322	322	32322	46322
355	32326	326	—	—
400	32330	330	—	—

注：对YZR、YZ系列传动端是指风扇端。

YZR 系列电动机集电环分为两种结构型式，*H*112～250 机座号为4330塑料压铸、*H*280～400机座号为组装式。集电环的主要尺寸符合JB2839-80的规定。集电铜环材料采用ZQSn6-6-3 铸锡青铜（GB1176-74）。

电动机采用ZL101铸铝合金压铸而成的恒压刷握，其主要尺寸符合JB2839-80的规定。

每台电动机有 6 块 J 201型带尾电刷，*H*400机座电动机有12块电刷。电刷尺寸见表 8-3 。

表8-3 电刷尺寸 mm

中心高	电刷尺寸	集电环直径
112	20×8×32	100
132	20×8×32	100
160	25×10×50	112
180	25×10×50	125
200	32×12.5×50	140
225	32×12.5×50	140
250	40×12.5×50	160
280	40×20×60	200
315	40×20×60	200
355	50×20×60	250
400	40×20×60	250

8.1.2 性能及主要参数

（1）YZR、YZ 系列电动机在额定电压时，基准工作制运行的转矩与额定转矩的比如表 8-4 所示。

（2）电动机在基准工作时的额定功率、转动惯量、转子开路电压与机座号及同步转速的对应关系见表 8-5 和 8-6 。

（3）电动机的基准工作制为S3，负载持续率为 40%。但是，电动机在 S3工作制运行时，随着不同的负载持续率，电动机

表 8-4

型号 / 额定功率(kW)	YZR	YZ	
	最大转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	堵转转矩/额定转矩
≤5.5	2.3	2.0	2.0
>5.5～11	2.5	2.3	2.3
>11	2.8	2.5	2.5

表8-5 YZR系列绕线转子电动机主要参数

机座号	1000(r/min)			750(r/min)			600(r/min)		
	功率(kW)	转动惯量 J (kg·m²)	转子电压(V)	功率(kW)	转动惯量 J (kg·m²)	转子电压(V)	功率(kW)	转动惯量 J (kg·m²)	转子电压(V)
112M	1.5	0.0275	100						
132M1	2.2	0.0575	132						
132M2	3.7	0.065	185	—	—	—			
160M1	5.5	0.1175	138						
160M2	7.5	0.145	185						
160L	11	0.190	250	7.5	0.195	205	—	—	—
180L	15	0.375	218	11	0.375	172			
200L	22	0.650	200	15	0.650	178			
225M	30	0.825	250	22	0.80	232			
250M1	37	1.50	250	30	1.50	272			
250M2	45	1.75	290	37	1.75	335			
280S	55	2.30	280	45	2.30	305	37	3.50	150
280M	75	2.80	370	55	2.80	360	45	3.90	172
315S				75	7.05	302	55	7.05	242
315M				90	8.50	372	75	8.50	325
355M							90	14.0	330
355L1	—	—	—				110	16.75	388
355L2				—	—	—	132	18.75	475
400L1							160	24.0	395
400L2							200	27.5	460

表8-6 YZ系列笼型电动机转动惯量

机座号	1000(r/min)		750(r/min)	
	功率 (kW)	转动惯量 J (kg·m²)	功率 (kW)	转动惯量 J (kg·m²)
112M	1.5	0.02	—	—
132M1	2.2	0.0525		
132M2	3.7	0.0575		
160M1	5.5	0.105		
160M2	7.5	0.1325		
L	11	0.1775	7.5	0.1775
180L	—	—	11	0.325
200L			15	0.575
225M			22	0.750
250M1			30	1.325

的允许输出功率、电流、转差率、效率和功率因数将不同。表8-7给出了电动机在S3工作制时不同负载持续率电动机的允许输出功率、电流、转差率和力能指标的数值，供选用时参考。

表8-8给出YZR系列在S4工作制时，不同负载持续率和不同起动次数的允许输出功率、电流和转差率的数值。

表中I_1、I_2分别为定子和转子电流。

电动机在S2工作制时，其30min定额运行的允许输出功率、电流和转差率等可参照S3工作制在负载持续率为25%时的数值。对60min定额可参照S3工作制、负载持续率为40%时的数值。

（4）起动等级

YZR、YZ系列电动机主要用于起动、制动和逆转频繁的起重机械和冶金辅助设备。电动机的温升不仅与工作制、负载持续率和负载转动惯量有关，并与起动次数也有关，起动次数增加时，电动机的允许输出功率按等效发热折算应相应降低，具体数值见表8-7和表8-8。

表8-7 S_8工作制时不同负载持续率电动

型号	同步速	负载持续率	15%							
		性能数据	P_2(kW)	I_1(A)	I_2(A)	S(%)	η(%)	cos ϕ	P_2(kW)	I_1(A)
YZR	112M		2.2	6.9	17.5	22	55	0.87	1.8	5.3
	132M1		3.5	9.4	19.4	17.4	63.5	0.89	2.8	7.2
	M2		5.5	14.1	21.5	15.5	68	0.87	4.5	11
	160M1		7.5	18.9	38.2	9	73.5	0.82	6.3	16.2
	M2		11	27	39.7	10	74	0.83	8.5	20
	L		16	41	42.7	9.5	74	0.80	13	29.7
	180L		20	43	58.8	6	83	0.85	17	36.6
	200L		33	62					26	56
	225M		40	83	99.5	5	85.5	0.855	34	69
	250M1		50	102	125	5	87	0.855	42	81
	M2		63	123	134	4.5	87	0.89	52	100
	280S		75	149	167	4.6	88	0.865	65	125
	160L		11	28.3	34.4	10.65	74.5	0.79	9	22.4
	180L		16	39	60.5	9.4	78	0.80	13	30.4
	200L		22	48	80	8	83	0.84	18.5	40
	225M		33	71	91	7.3	84	0.84	26	54.5
	250M1		42	75	98	5.3			35	64
	M2		52	109	97	6	86	0.84	42	86
	280S									
	M		75	153	130	4.6	87	0.85	65	130
	315S		100	200	162	4.67			85	165
	M		125	240	230	6	88	0.90	100	193
	280S		55	112	235	6			42	92
	M		63	146	241	8.7			55	127
	315S		75	155	190	4.35	88	0.83	65	136
	M		105	223	212.5	5.5	86	0.83	88	186.5
	355M		132	261	244	4	89	0.86	110	218
	L1		160	300	254	4.5	90	0.90	132	251
	L2		185	371	235	3	90	0.84	150	299
	400L1									
	L2									
YZ	112M		2.2	6.2		14.6	61.5	0.87	1.8	4.8
	132M1		3.5	9.2		14.7	67	0.86	2.8	7.1
	M2		5.5	13.5		13.7	71	0.865	4.5	10.5
	160M1		7.5	17.8		9.7	75	0.85	6.3	14.1
	M2		11	24.8		7.5	78	0.86	8.5	18.6
	L		16	35		7.5	79	0.88	13	27.8
	160L		11	26.7		10.13	75	0.83	9	21
	180L		16	38.2		13.3	75	0.845	13	30
	200L		22	46.7		8.4	83	0.86	18.5	39.5
	225M		33	68.4		8	84	0.87	26	53.2
	250M1		42	93.5		10.9	80	0.85	35	75

注：表中P_2为输出功率；I_1、I_2分别为定子、转子电流；S为转差率；η为效率；

机的输出功率、电流、转差率和功能指标

25%				40%						
I_2(A)	S(%)	η(%)	cos φ	P_2(kW)	I_1(A)	I_2(A)	S(%)	η(%)	cos φ	U_2
1000 r/min										
13.6	16.8	61	0.84	1.5	4.6	10.9	13	63.5	0.78	100
15	12.5	70	0.84	2.2	5.9	11.5	9	73	0.77	130
16.9	12	74	0.84	3.7	9.2	13.6	9.2	77	0.79	180
32	7.8	76	0.775	5.5	14.7	27.9	7	76.5	0.74	139
30.2	6.9	78.5	0.82	7.5	18	26.4	6	79	0.80	185
33.5	6	81	0.82	11	24.6	28	4.4	83.5	0.81	249
49.5	4.7	85	0.825	15	33	43.5	4	86	0.82	216
				22	49	70	3.6	86	0.8	
84	4.3	88	0.85	30	62	74	3.8	88	0.885	251
104	4.1	89	0.88	37	70	91.5	3.5	90	0.885	249
110	3	89	0.89	45	85	95	2.4	90	0.89	290
144	4	89	0.88	55	103	121.5	3.4	90	0.90	278
750 r/min										
28.1	7.8	78	0.78	7.5	19.2	23.4	6	79	0.75	206
49	7.2	80	0.81	11	26	41.2	5.7	81	0.79	172
66.4	6.4	85	0.83	15	33.3	53.4	5	86.5	0.79	178
70.5	5.6	86	0.84	22	46.7	59	4.7	87	0.82	232
80	4.67			30	63.4	68	4	87	0.8	278
78.5	4.6	88	0.84	37	76	69	4	89	0.83	328
				45						
110	4	89	0.85	55	110	92.5	3.3	90.5	0.84	360
178	3.73			75	147	157	3.3	89	0.85	
183	4.5	89.5	0.88	90	174	164	4	90	0.87	341
600 r/min										
177	4.83			37	84.8	153	4.7	86	0.76	150
207	7.3			45	103.8	165	6.7	86	0.77	174
164	3.65	88	0.82	55	119	139	3	88.5	0.79	244
177	4.35	88	0.81	75	163	149	3.5	89	0.79	308
203	2.9	91	0.84	90	179	165	2.2	92	0.825	330
208	3.7	91.5	0.87	110	215	173	3	92	0.84	388
190	2.45	91	0.835	132	268	167	2.2	91.5	0.815	475
				160						
				200						
1000 r/min										
	10	69	0.825	1.5	4.2		7.5	71	0.76	
	9.0	72.5	0.83	2.2	5.7		6.8	75.5	0.77	
	10	77	0.84	3.7	9		7.5	79	0.79	
	7.9	79.5	0.85	5.5	12.4		6.7	81	0.83	
	5.8	81.5	0.85	7.5	16.7		5.15	82.5	0.825	
	5.8	82	0.86	11	24.2		4.7	83	0.83	
750 r/min										
	7.5	80	0.81	7.5	17.8		6	83	0.77	
	9.5	79	0.83	11	25.4		7.4	81	0.81	
	6.85	84.5	0.84	15	33		5.4	86	0.80	
	6	86	0.86	22	46.1		5.1	87	0.83	
	8.9	84	0.84	30	64.5		7.4	86	0.82	

cosφ 为功率因数；U_2为转子电压。

型号	负载持续率 / 性能数据 / 同步速	60%				
		P_2(kW)	I_1(A)	I_2(A)	S(%)	η(%)
YZR	112M	1.2	4	8.5	9.8	65
	132M1	1.7	5.2	8.8	6.6	73
	M2	3	7.8	11.1	7.1	79
	160M1	5	13.9	25.4	6.5	77
	M2	6.3	16.1	22.1	5	79
	L	9	21.3	22.9	3.5	83
	180L	13	30.5	37.8	3.4	85
	200L	19	44.5	60.5	3.1	
	225M	26	55.2	64.5	3.4	88
	250M1	32	61	79	3	91
	M2	39	75	82	2	90
	280S	48	89	106	3	91
	160L	6	16.6	18.8	4.7	79.5
	180L	9	22.4	33.5	4.4	81
	200L	13	29.8	46.2	4.4	87
	225M	19	41.7	50.5	4.1	87.5
	250M1	26	52	59	3.3	
	M2	32	67.3	60	3.3	90
	280S					
	M	48	98	81.5	3	91
	315S	63	126	130	2.8	
	M	75	146	136	3.35	91
	280S	32	77	133	3.7	
	M	37	90	136	5.17	
	315S	48	107	121	2.5	89
	M	63	142.5	124.5	2.83	90
	355M	75	155	137	1.8	92
	L1	90	182	140	2.4	92.5
	L2	110	232	139	1.8	92
	400L1					
	L2					
YZ	112M	1.2	3.85		5.4	70
	132M1	1.7	5.1		5	75.5
	M2	3	7.7		5.7	81
	160M1	5	11.4		6	82
	M2	6.3	14.9		4.5	82
	L	9	20.5		3.5	84
	160L	6	15.5		4.5	83
	180L	9	21.5		5.45	82
	200L	13	29.6		4.55	86.5
	225M	19	40.7		4.4	88.5
	250M1	26	56.5		6.25	87

（续）

	100%					
$\cos\phi$	P_2(kW)	I_1(A)	I_2(A)	S(%)	η(%)	$\cos\phi$
1000 r/min						
0.70	0.75	3.55	5	4.8	64	0.5
0.68	1.1	4.2	6.2	4.4	71.5	0.55
0.74	2.2	6.26	8.6	5.1	79.5	0.67
0.71	4	12.5	20.2	5.6	76	0.64
0.75	5.5	15	19.5	4.5	79	0.71
0.77	7.5	19.7	19.2	3	80	0.72
0.76	11	27	32.3	3	85	0.72
	17	40.5	52.6	2.7		
0.81	22	49.2	54.5	3	88	0.77
0.87	28	54	68	2.5	92	0.85
0.88	33	65	68.5	1.6	90	0.86
0.90	40	75	88	2.5	91	0.88
750 r/min						
0.69	5	15	15.6	4	80	0.63
0.75	7.5	19.7	27.8	3.4	81	0.69
0.76	11	27	39	4	87	0.71
0.79	17	39	45	3.8	87	0.76
	22	46	50	2.8		
0.80	27	58	51	2.7	91	0.77
0.81	40	86	70	2.7	91	0.77
	55	105	104	2.3		
0.855	63	128	114	3	90	0.825
600 r/min						
	27	69	112	3		
	33	89.6	118	2.17		
0.76	40	96	101	2	89	0.71
0.745	50	134	100	2.2	90	0.63
0.80	63	136	114	1.6	92	0.76
0.81	75	155	117	2	92.5	0.79
0.78	90	203	115	1.5	92	0.73
1000 r/min						
0.675	0.75	3.6		3	65	0.49
0.665	1.1	4.8		3.2	72	0.48
0.725	2.2	6.6		4.3	83	0.61
0.81	4	10		4.6	81	0.75
0.78	5.5	13.9		4	81	0.74
0.79	7.5	18		2.7	85	0.74
750 r/min						
0.71	5	14.4		3.5	82	0.64
0.77	7.5	19.1		4.3	82.5	0.72
0.77	11	26.1		3.7	87.4	0.73
0.80	17	37.1		4	89	0.78
0.80	22	49.2		4.9	88	0.77

表8 8 S_4工作制时不同负载持续率和不同起动次数电动机的输出功率、电流和转差率

起动次数CZ / 负载持续率 / 性能数据 / 同步速 / 型号	150											
	25%				40%				60%			
	P_2(kW)	I_1(A)	I_2(A)	S(%)	P_2(kW)	I_1(A)	I_2(A)	S(%)	P_2(kW)	I_1(A)	I_2(A)	S(%)
	1000 r/min											
YZR 112M	1.73	5.1	13	15.8	1.45	4.45	10.5	12.5	1.16	3.9	8.2	9.3
132M1	2.63	6.9	14	11.5	2.08	5.8	10.8	8.4	1.61	5.1	8.4	6.2
M2	4.33	10.5	16	11.4	3.58	8.9	13.2	8.8	2.92	7.8	10.8	6.8
160M1	5.83	15.7	29.7	7.3	5.2	14.5	26.4	6.75	4.8	13.9	24.4	6.4
M2	7.84	18.6	27.8	6.3	7.07	17.3	24.9	5.6	6	15.6	21.2	4.8
L	12.2	27.4	31.3	5.3	10.5	23.7	26.7	4.15	8.6	20.4	21.9	3.3
180L	15.4	33.7	44.8	4.15	14	31.4	40.5	3.7	12.3	28.8	36	3.3
200L	21	47	55	3.5	18.5	42.5	48	3	17	40.5	54	2.7
225M	30.7	63	76	3.9	27.9	58.5	69	3.6	24.5	53	61	3.25
250M1	35.4	67.5	87.5	3.4	32.7	62.5	81	3	29	56	71	2.6
M2	44.7	83	94.5	2.4	40.3	75	84.5	2.05	35.7	67.5	74.5	1.7
280S	56	104	124	3.45	49.2	92	108.5	3.05	44	82.5	97	2.75

750 r/min												
160L	8.58	21.2	26.9	7.25	7.2	18.7	22.5	5.7	5.8	16.4	18	4.55
180L	12.2	28	46	6.6	10.5	24.5	39.5	5.4	8.6	21.2	32	4.1
200L	17.1	37.2	61.2	5.9	14.1	32	50	4.8	12.4	29.2	44	4.3
225M	24.1	50.5	65	5.15	20.7	44.5	55.5	4.4	18	40.5	48	4
250M1	29	61.5	68.5	7.1	25	54	56	5.87	22	49	52	5.66
M2	38	78.5	71	4.1	34.4	72	64.5	3.65	30	65	57	3.1
280S												
M	58.7	117	99	3.6	50.9	103.5	86	3.1	45	94	77	2.85
315S	64	118	132	2.53	60	110	124	2.27	56	105	116	2.27
M	81.3	152	118	3.6	78	145	142	3.5	66.7	126	121	3.1
600 r/min												
280S	33	78.7	142	3.67	30	74	125	3.5	28	71	116	3.3
M												
315S	54	111.7	136.5	2.9	47.7	105.5	120	2.5	43	97	108	2.2
M	74.8	160	149	3.5	66.4	146	131.5	3	57	132	112	2.5
355M	89.3	178	165	2.2	76.5	155	140	1.85	65.6	138	119	1.65
L1	108.8	212	170	3	94.9	188	118	2.55	79.5	162	124	2.1
L2	122.6	243	155	2	114.2	230	145	1.9	97.6	206	123	1.62
400L1												
L2												

注：起动次数是指全起动次数（Z）与惯量增加率（C）之乘积。

（续）

型号 \ 起动次数CZ / 负载持续率 / 性能数据 / 同步速	300								600			
	40%				60%				60%			
	P_2(kW)	I_1(A)	I_2(A)	S(%)	P_2(kW)	I_1(A)	I_2(A)	S(%)	P_2(kW)	I_1(A)	I_2(A)	S(%)
	1000 r/min											
YZR 112M	1.4	4.3	10	12	1.12	3.9	8	8.9	1.05	3.8	7.4	8.2
132M1	1.96	5.6	10.2	7.8	1.52	5	8	5.8	1.35	4.8	7.3	5.2
M2	3.5	8.7	12.8	8.4	2.84	7.6	10.5	6.7	2.67	7.4	10	6.2
160M1	4.9	14	24.8	6.45	4.6	13.4	23.2	6.2	4.19	12.8	21.2	5.8
M2	6.7	16.6	23.4	5.3	5.7	15.3	20	4.6	5.1	13.7	18.2	4.3
L	10	22.7	25.3	3.9	8.25	20	21	3.2	7.53	19.2	19.5	3
180L	12.9	29.6	37.6	3.4	11.6	28.8	34	3.1	10.2	26	30.4	2.8
200L	17	40.5	53	2.7	15	37	40	2.5				
225M	25.8	55	64	3.4	23	51	57.5	3.1	20.3	47	50.5	2.9
250M1	28.6	55	70	2.6	26	51	63.5	3.25	20.6	42	50	1.6
M2	35.7	67.5	74.5	1.7	32.6	53	68	1.5	26.5	54	55	1
280S	43.5	81.5	96	2.7	40	75.5	88.5	2.5	32.5	62	71.5	2.1

750 r /min

160 L	6.9	18.2	21.7	5.45	5.6	16	17.5	4.4	5.2	15.4	16.3	8.3
180 L	9.9	23.2	27.2	5	8.2	20.7	30.5	3.8	7.46	19.7	27.5	3.35
200 L	13	30.2	46.6	4.5	11.7	28	41.6	4.1	10.5	26.4	37.6	3.9
225 M	19.5	42.7	52	4.2	17.3	39.5	46	3.9	15.6	37.4	41	3.65
250 M 1	22	49	52	5.06	20	46	46	4.53				
M 2	31.9	67.8	60	3.3	28.4	61.7	53.5	2.9	25	55.8	47.5	2.4
280 S												
M	46.9	97	80	2.9	42.3	90	73	2.75	36.9	81.5	66	2.55
315 S	52	100	107	2	48	94	99	1.87				
M	66.4	125	120	3.08	58.7	114	103	2.8	42.7	96	90	2.45

600 r /min

280 S	26	68	108	3	25	66	103	2.83				
M												
315 S	40.9	93.5	103.5	2.05	38	88.5	96	1.9	28.6	71	71.5	1.2
M	58	133.5	114	2.55	51	125.5	101.5	2.2	39.8	116	82	1.7
355 M	63.5	134	115	1.6	56.5	124.5	102	1.58	38.4	98	68	1.35
L 1	80.4	164	126	2.15	69.3	146	108	1.85	49	112	76	1.25
L 2	97	205	122	1.6	85.6	190	110	1.45	61.8	158	81	1.1
400 L 1												
L 2												

电动机的起动等级是指电动机每小时最大可能的等效全起动次数。应将电动机在点动、电制动和逆转工作按等效发热折算成等效全起动次数，折算方法为：

1）点动一次（终了时电动机的转速不大于其额定转速的25%）相当于0.25次全起动。

2）电制动至停转相当于0.8次全起动。

3）电制动至全速反转相当于1.8次全起动。

按电动机的起动的频繁程度分为 6 、150、300、及600次/ h 四个等级。

每小时等效全起动次数的典型例子如表 8-9 所示。

表 8-9

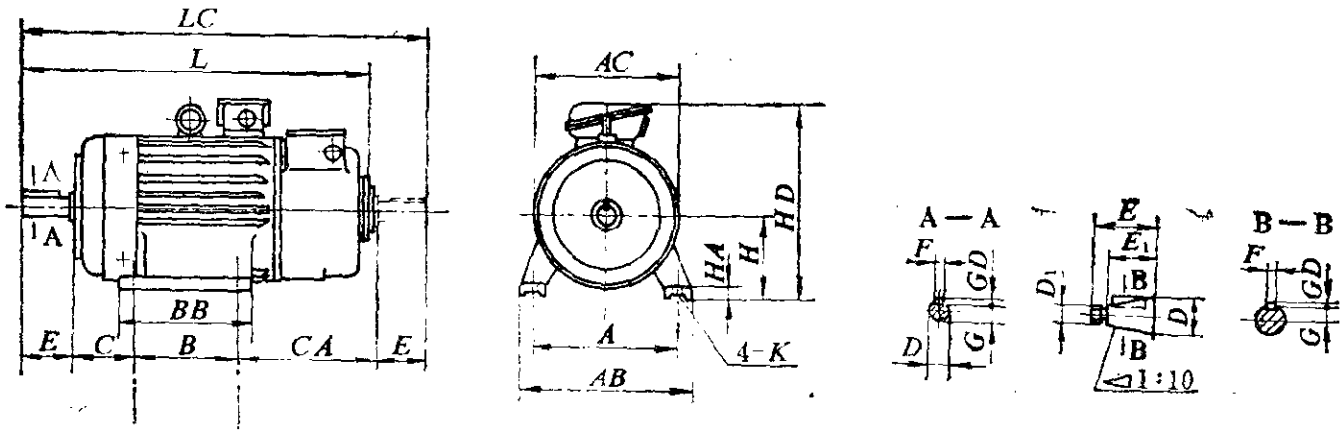
工作方式	工作状态				每小时等效全起动次数
	每小时起动次数	每小时点动次数	每小时制动次数	每小时反接次数	
S_3	6	0	0	0	6
S_3	4	8	0	0	
S_3	2	8	2	0	
S_4	150	0	0	0	150
S_4	100	200	0	0	
S_5	80	0	80	0	
S_5	65	130	65	0	
S_5	30	160	30	30	
S_4	300	0	0	0	300
S_4	200	400	0	0	
S_5	160	0	150	0	
S_5	130	260	130	0	
S_5	60	320	60	60	
S_4	600	0	0	0	600
S_4	400	800	0	0	
S_5	320	0	320	0	
S_5	260	520	260	0	
S_5	120	640	120	120	

8.1.3 安装尺寸及外形尺寸

YZR，YZ 系列电动机的安装尺寸及外形尺寸见表8-10～15。

表8-10 IM1001、IM1003及IM1002、IM1004，机座带底脚、端盖无凸缘的电动机

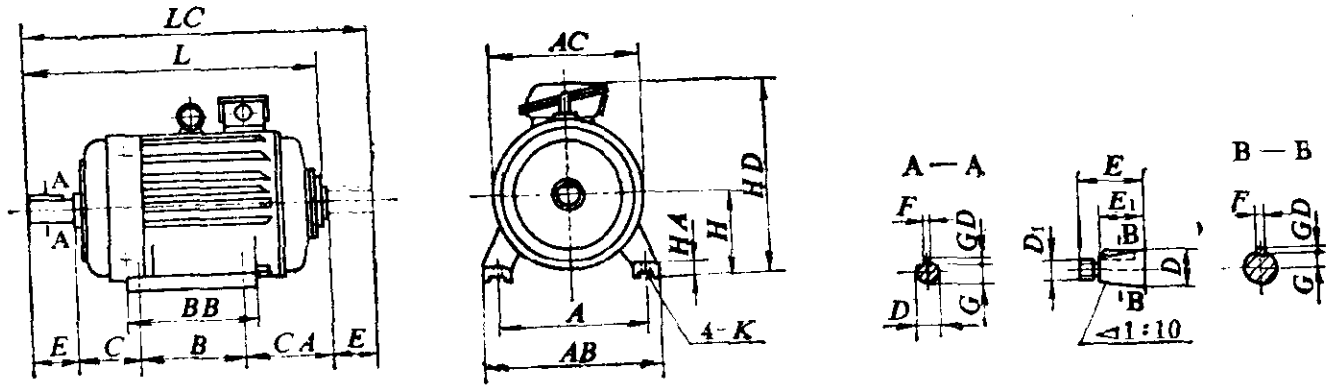
mm



机座号	安装尺寸														外形尺寸						
	H	A	B	C	CA	K	螺栓直径	D	D1	E	E1	键 F(h9)	键 GD	键槽 F(N9)	键槽 G	AC	AB	HD	BB	L	LC	HA
112M	112	190	140	70	300	12	M10	32	—	80	—	10	8	10	27	245	250	330	235	590	670	15
132M	132	216	178	89				38							33	285	275	360	260	645	727	17
160M	160	254	210	108	330	15	M12	48		110		14	9	14	42.5	325	320	420	290	758	868	20
160L			254																335	800	912	
180L	180	279	279	121	360			55	M36×3		82				49.9	360	360	460	380	870	980	22
200L	200	318	305	133	400	19	M16	60	M42×3	140	105	16	10	16	21.4	405	405	510	400	975	1118	25
225M	225	356	311	149	450			65							23.9	430	455	545	410	1050	1190	28
250M	250	406	349	168	540	24	M20	70	M48×3			18	11	18	25.4	480	515	605	510	1195	1337	30
280S	280	457	368	190				85	M56×4	170	130	20	12	20	31.7	535	575	665	530	1265	1438	32
280M			419																580	1315	1489	
315S	315	508	406	216	600	28	M24	95	M64×4			22	14	22	35.2	620	640	750		1390	1562	35
315M			457																630	1440	1613	
355M	355	610	560	254	630			110	M80×4	210	165	25		25	41.9	710	740	840	730	1650	1864	38
355L			630																800	1720	1934	
400L	400	686	710	280		35	M30	1	M100×4	250	200	28	16	28	50	840	855	950	910	1865	2120	45

表8-11 IM1001、IM1003及IM1002、IM1004，机座带底脚、端盖无凸缘的电动机

mm

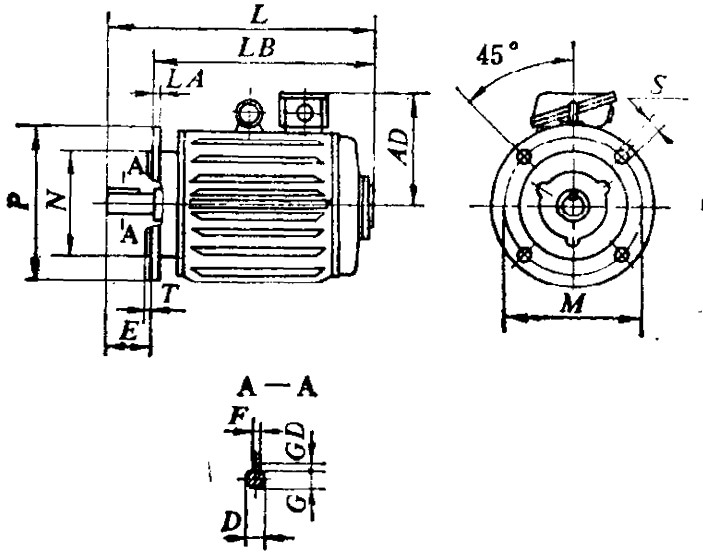


机座号	安装尺寸															外形尺寸						
	H	A	B	C	CA	K	螺栓直径	D	D1	E	E1	键 F(h9)	键 GD	键槽 F(N9)	键槽 G	AC	AB	HD	BB	L	LC	HA
112M	112	190	140	70	135	12	M10	32	—	80	—	10	8	10	27	245	250	330	235	420	505	15
132M	132	216	178	89	150			38							33	285	275	360	260	495	577	17
160M	160	254	210	108	180	15	M12	48	M36×3	110	82	14	9	14	42.5	325	320	420	290	608	718	20
160L			254																335	650	762	
180L	180	279	279	121				55							49.9	360	360	460	380	685	800	22
200L	200	318	305	133	210	19	M16	60	M42×3	140	105	16	10	16	21.4	405	405	510	400	780	928	25
225M	225	356	311	149	258			65							23.9	430	455	545	410	850	998	28
250M	250	406	349	168	295	24	M20	70	M48×3			18	11	18	25.4	480	515	605	510	935	1092	30

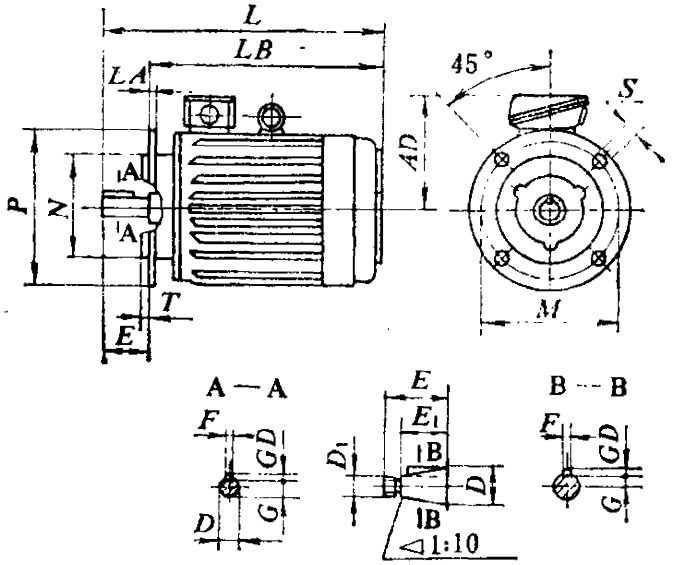
表8-12 IM3001及IM3003、卧式安装、机座不带底脚、端盖有凸缘的电动机

mm

112M～132M



160M～180L

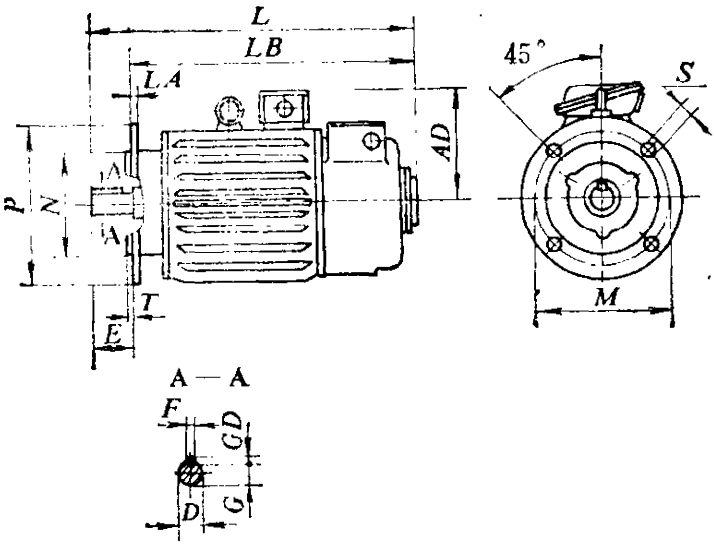


机座号	安装尺寸																	外形尺寸		
	凸缘代号	M	N	P	LA	T	S	螺栓直径	螺栓数量	D	D_1	E	E_1	键 F(h9)	键 GD	键槽 F(N9)	键槽 G	L	LB	AD
112M	F215	215	180	250	14	4	15	M12	4	32	—	80	—	10	8	10	27	585	515	220
132M	F265	265	230	300						38							33	615	565	230
160M	F300	300	250	350	18	5	19	M16		48		110		14	9	14	42.5	828	718	250
160L																		812	762	
180L										55	M36×3		82				19.9	915	805	280

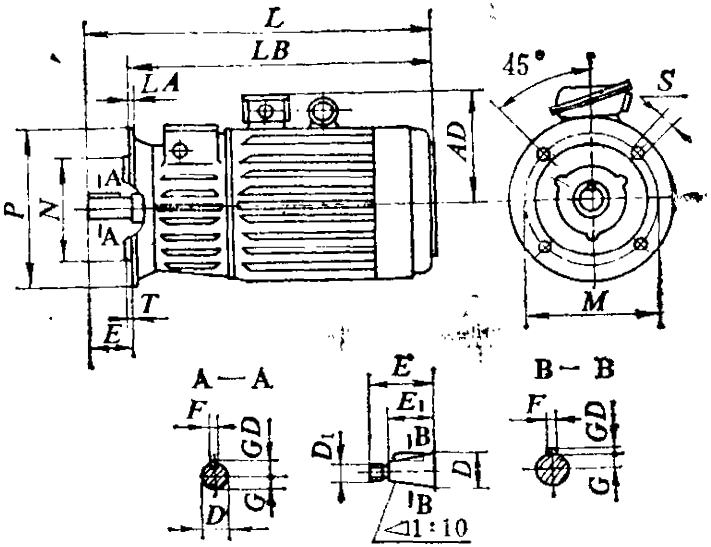
表8-13 IM3001及IM3003、卧式安装、机座不带底脚、端盖有凸缘的电动机

mm

112M～132M



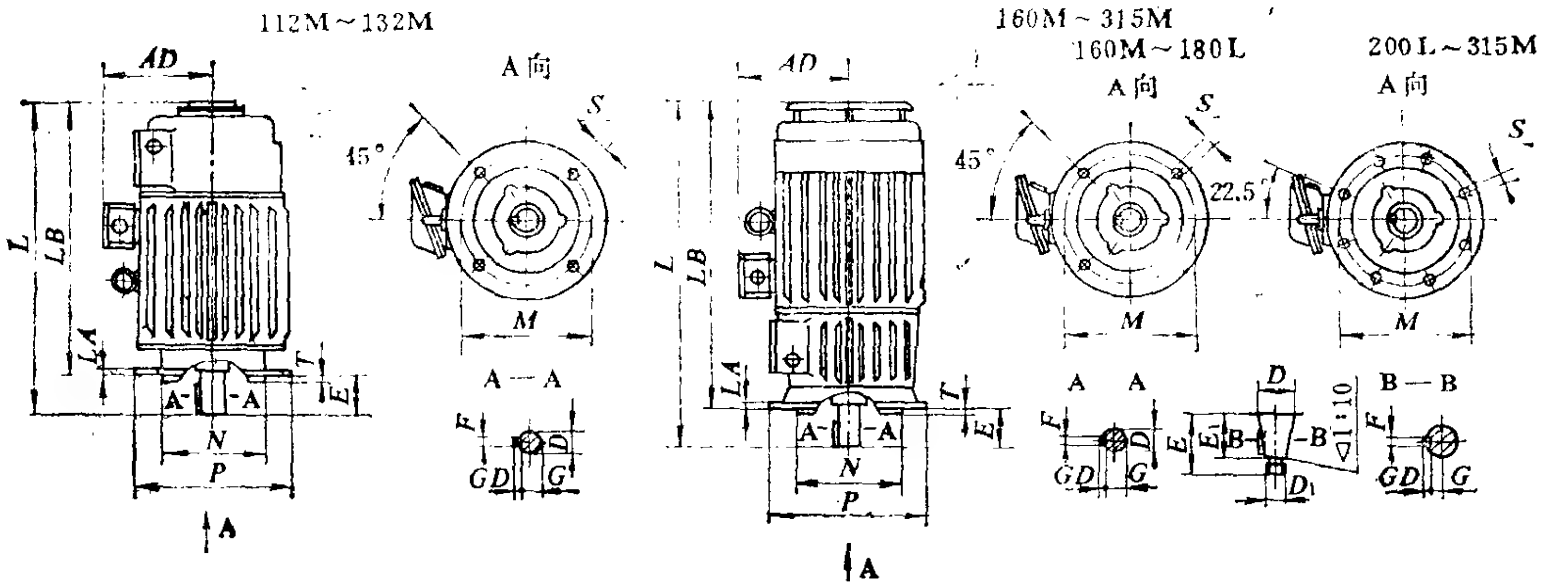
160M～180L



机座号	安装尺寸																	外形尺寸		
	凸缘代号	M	N	P	LA	T	S	螺栓直径	螺栓数量	D	D_1	E	E_1	键		键槽		L	LB	AD
														F(h9)	GD	F(N9)	G			
112M	F 215	215	180	250	14	4	15	M12	4	32	—	80	—	10	8	10	27	430	350	220
132M	F 265	265	230	300						38							33	495	415	230
160M	F 300	300	250	350	18	5	19	M16		48	M36×3	110	82	14	9	14	42.5	700	590	250
160L																		743	633	
180L										55							19.9	735	625	280

表8-14　IM3011及IM3013、立式安装机座不带底脚、端盖有凸缘轴伸向下的电动机

mm

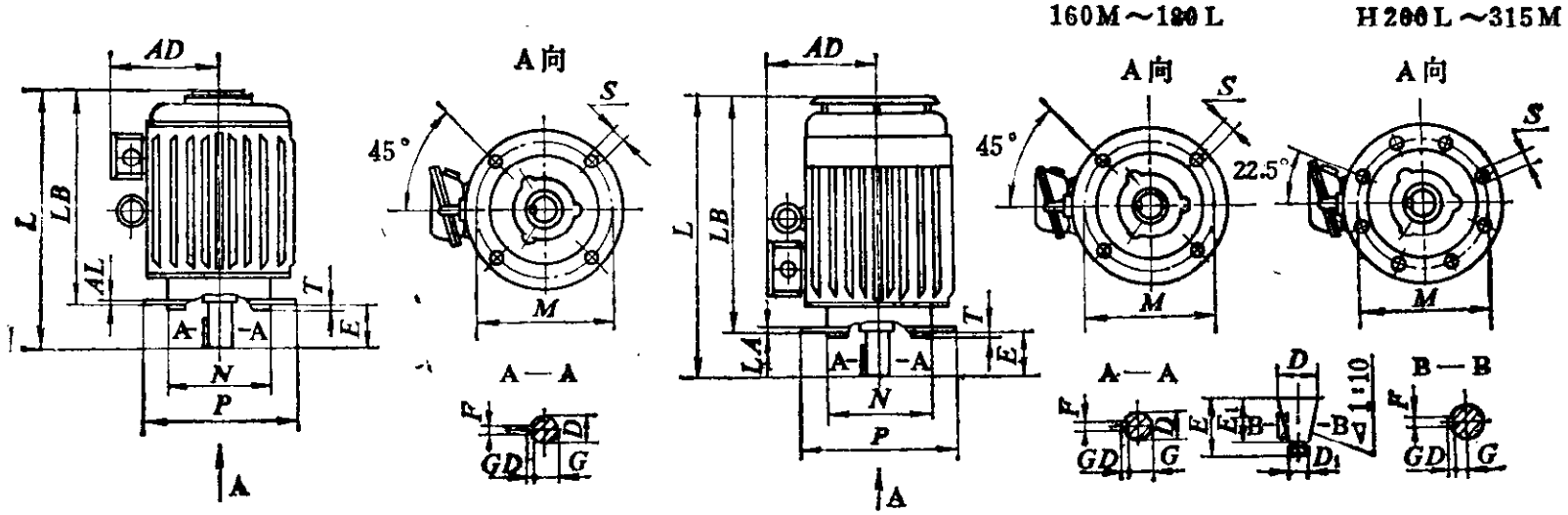


机座号	安装尺寸																外形尺寸		
	凸缘代号	M	N	P	LA	T	S	螺栓直径	螺栓数量	D	D_1	E	E_1	键 F(h9)	键 GD	键槽 F(N9)	键槽 G	L	LB	AD
112M	F215	215	180	250	14	4	15	M12	4	32	—	80	—	10	8	10	27	595	515	220
132M	F265	265	230	300						38							33	645	565	230
160M	F300	300	250	350	18	5	19	M16		48	M36×3	110	82	14	9	14	42.5	828	718	250
160L																		872	762	
180L										55							19.9	915	805	280
200L	F400	400	350	450	20				8	60	M42×3	140	105	16	10	16	21.4	1050	910	320
225M										65							23.9	1110	970	
250M	F500	500	450	550	22					70	M48×3			18	11	18	25.4	1266	1126	355
280S										85	M56×4	170	130	20	12	20	31.7	1370	1200	385
280M																		1420	1250	
315S	F600	600	550	660	25	6	24	M20		95	M64×4			22	14	22	35.2	1475	1305	435
315M																		1525	1355	

表8-15 IM3011及IM3013、立式安装、机座不带底脚、端盖有凸缘、轴伸向下的电动机

mm

H112M～132M　　H160M～315M



机座号	安装尺寸																外形尺寸		
	凸缘代号	M	N	P	LA	T	S	螺栓直径	螺栓数量	D	D1	E	E1	键 F(h9)	键 GD	键槽 F(N9)	键槽 G	L	LB	AD
112M	F215	215	180	250	14	4	15	M12	4	32	—	80	—	10	8	10	27	430	350	220
132M	F265	265	230	300						38							33	495	415	230
160M	F300	300	250	350	18	5	19	M16		48		110		14	9	14	42.5	700	590	250
160L																		743	633	
180L										55	M36×3		82				49.9	735	625	280
200L	F400	400	350	450	20				8	60	M42×3	140	105	16	10	16	21.4	855	715	320
225M										65							23.9	915	775	
250M	F500	500	450	550	22					70	M48×3			18	11	16	25.4	1005	865	355

8.1.4 YZR系列电动机的 $P—CZ$ 曲线

图 8-3～17 是一组YZR系列电动机的$P—CZ$ 曲线，纵坐标 P 为电动机的容许输出功率，横坐标 CZ 是电动机飞轮力矩率C和每小时起动次数或等效起动次数Z的乘积。

$$C = \frac{GD_m^2 + GD_{ext}^2}{GD_m^2}$$

式中 GD_m^2——电动机的飞轮力矩($N \cdot m^2$)；

GD_{ext}^2——外加负载的飞轮力矩($N \cdot m^2$)。

这组曲线给出了不同负载持续率下电动机允许输出功率与CZ值的关系，供选用电动机时参考。

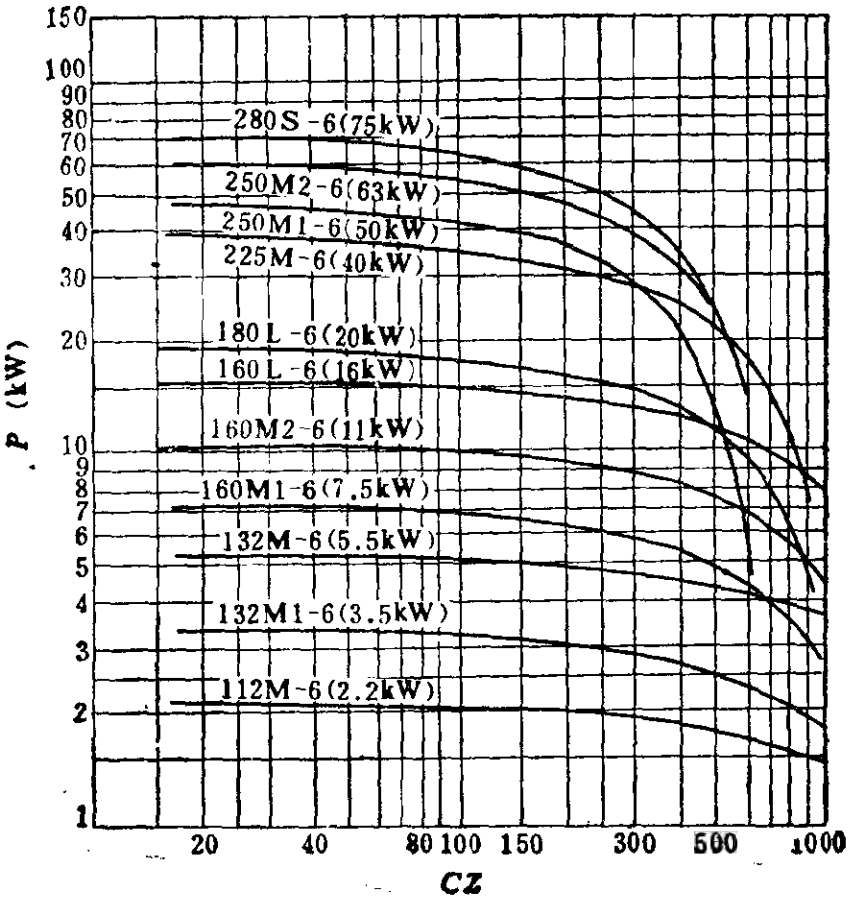


图8-3 $n = 1000\ r/min$ $FC = 15\%$时的$P—CZ$曲线

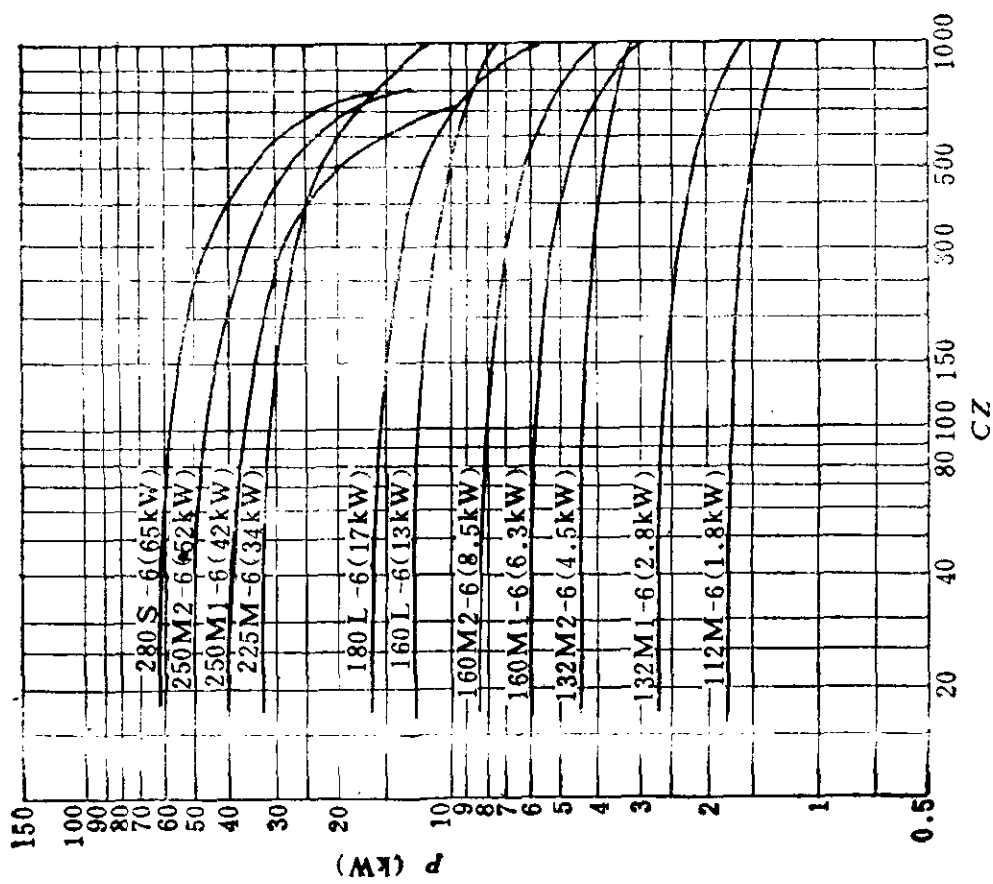


图8-4　n = 1000 r /min　FC = 25%时的 P—CZ曲线

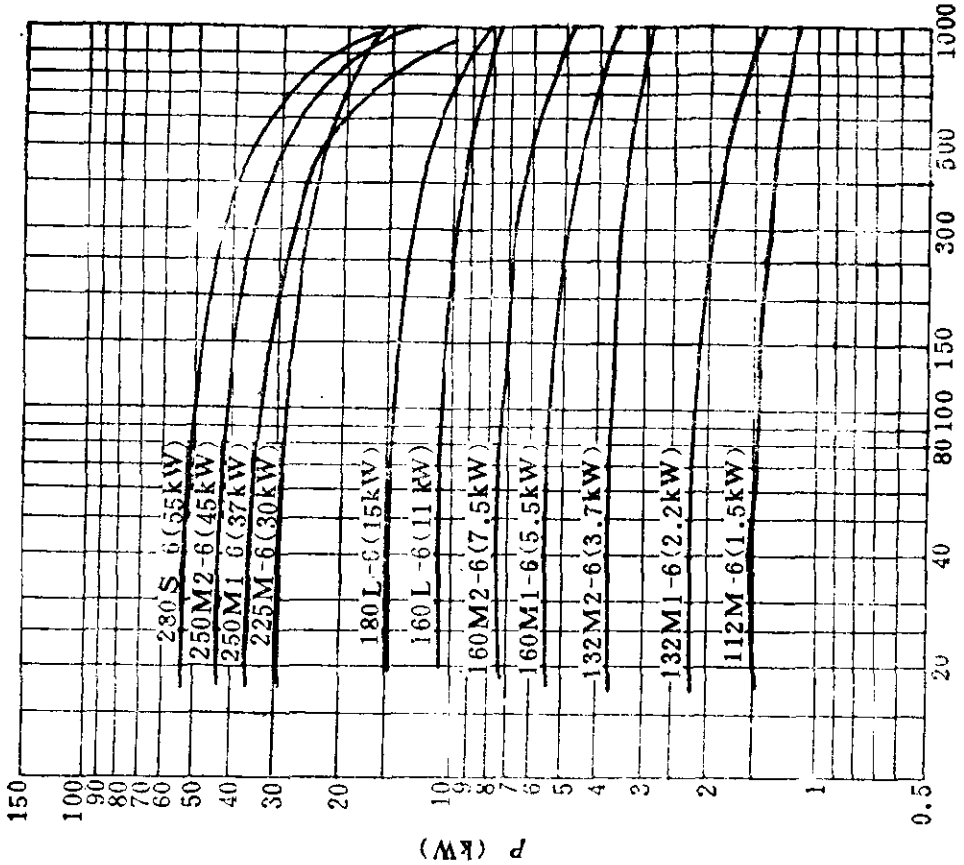


图8-5　n = 1000 r /min　FC = 40%时的 P—CZ曲线

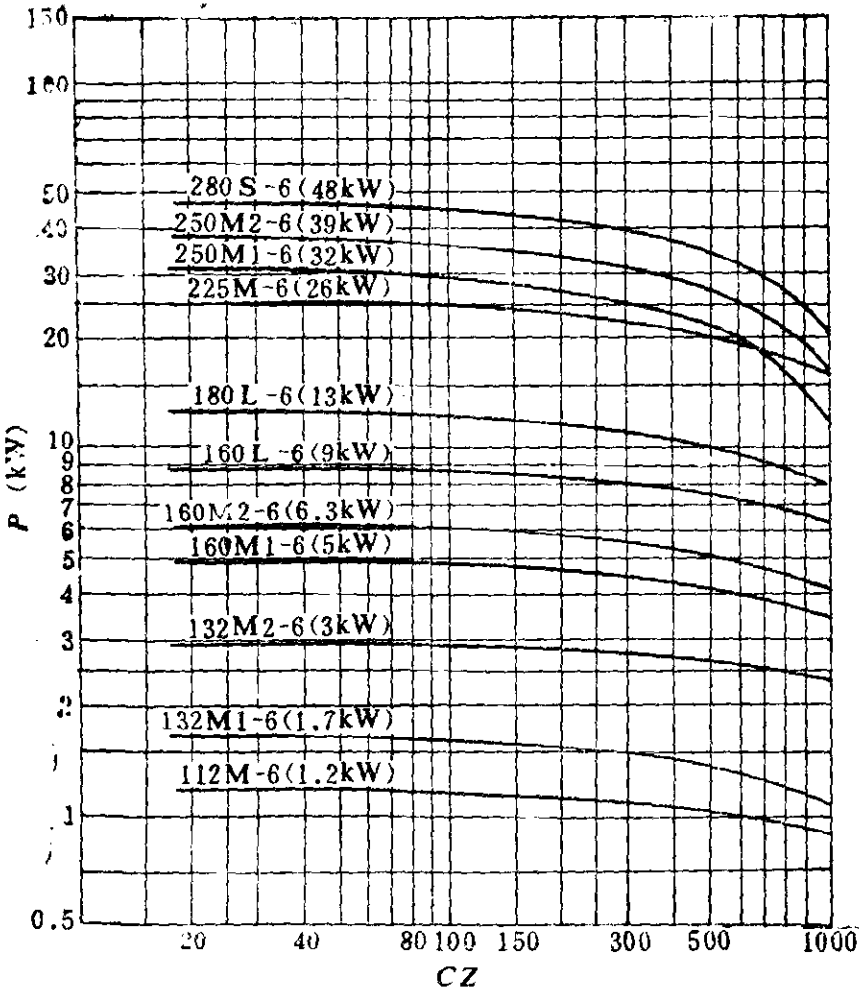


图8-6　n = 1000 r /min　FC = 60%时的 P—CZ曲线

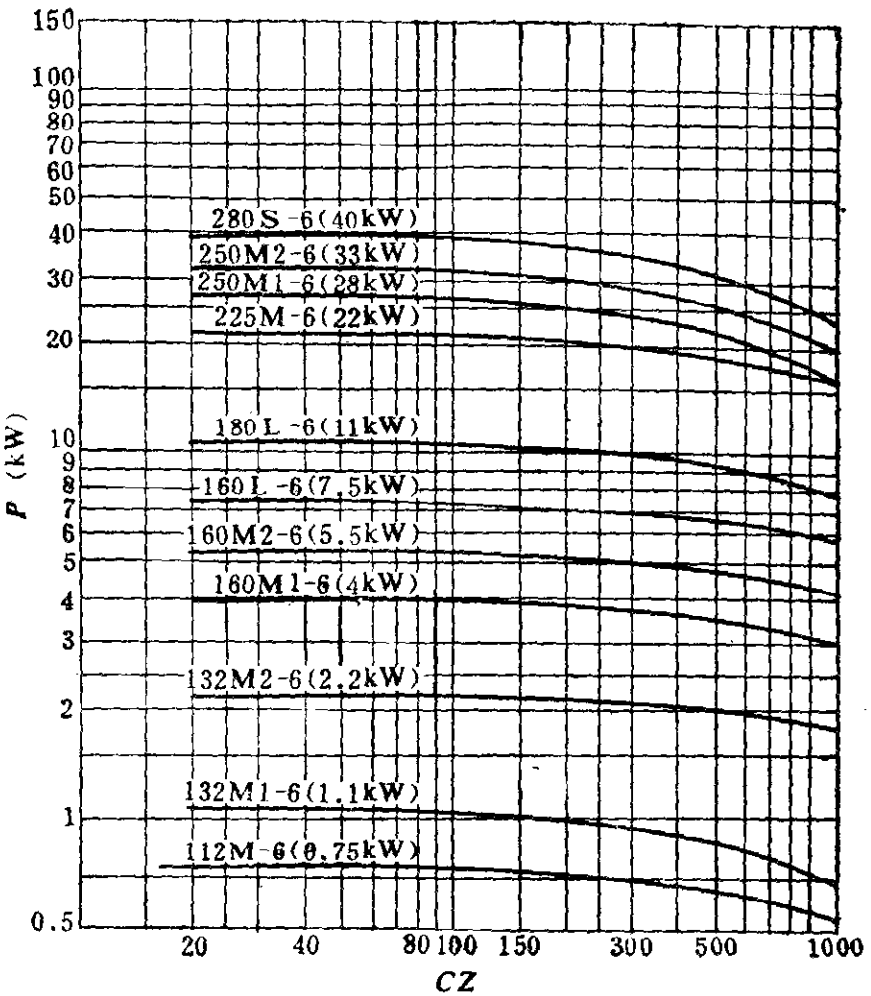


图8-7　n = 1000 r /min　FC = 100%时的 P—CZ曲线

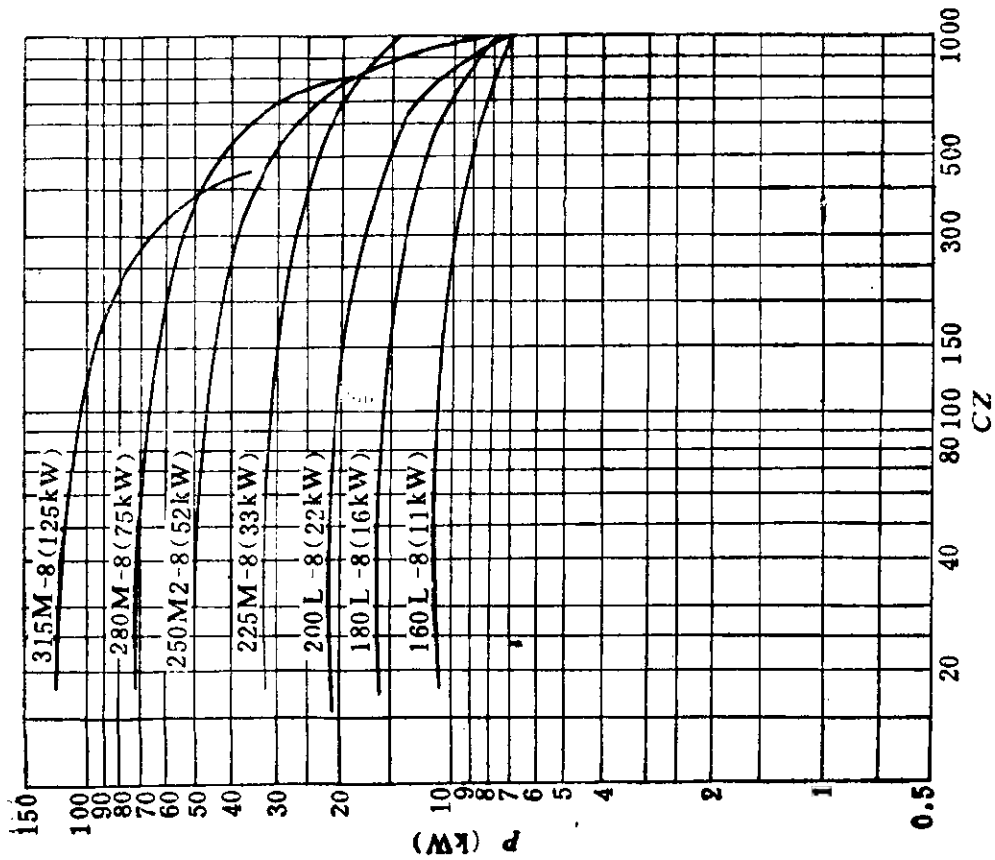


图8-8　$n=750\ r/min$　$PC=15\%$时的P—CZ曲线

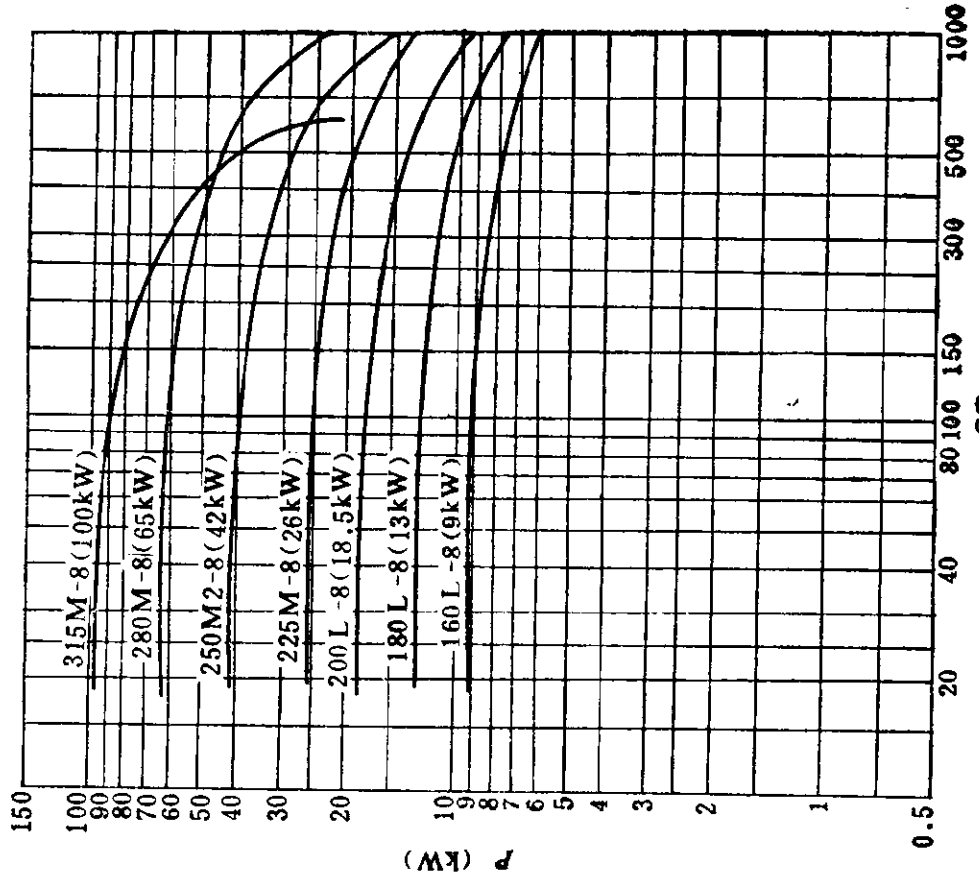


图8-9　$n=750\ r/min$　$FC=25\%$时的P—CZ曲线

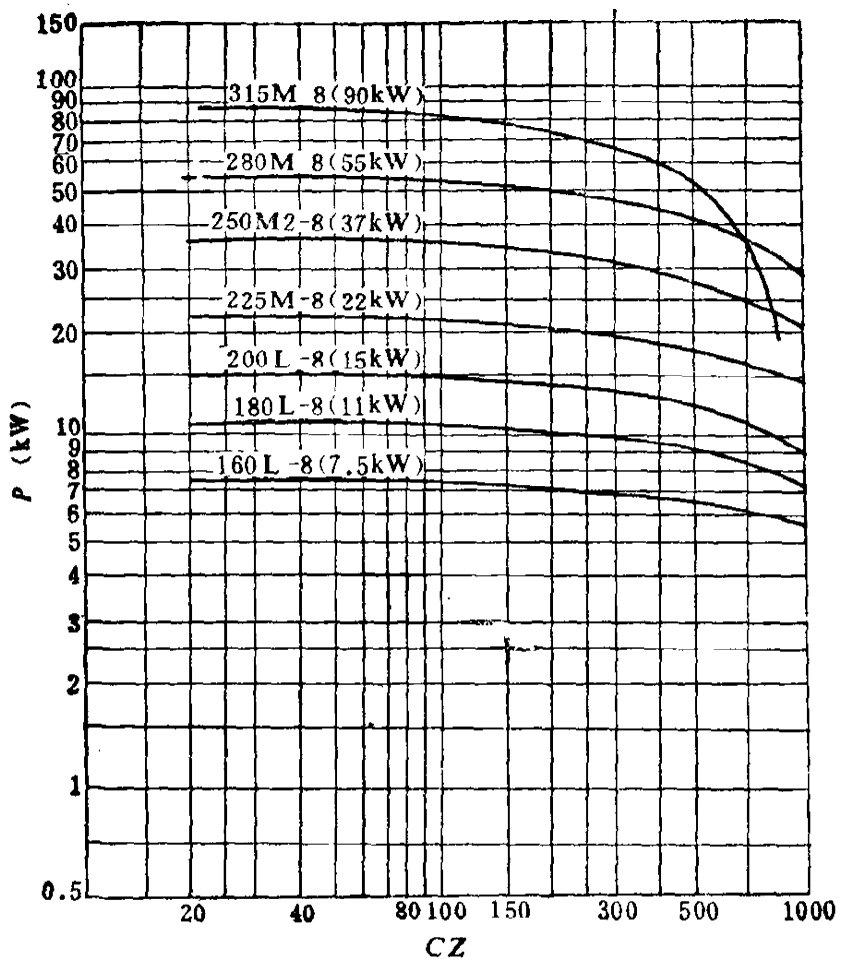


图8-10　n =750 r/min　FC = 40%时的 P—CZ曲线

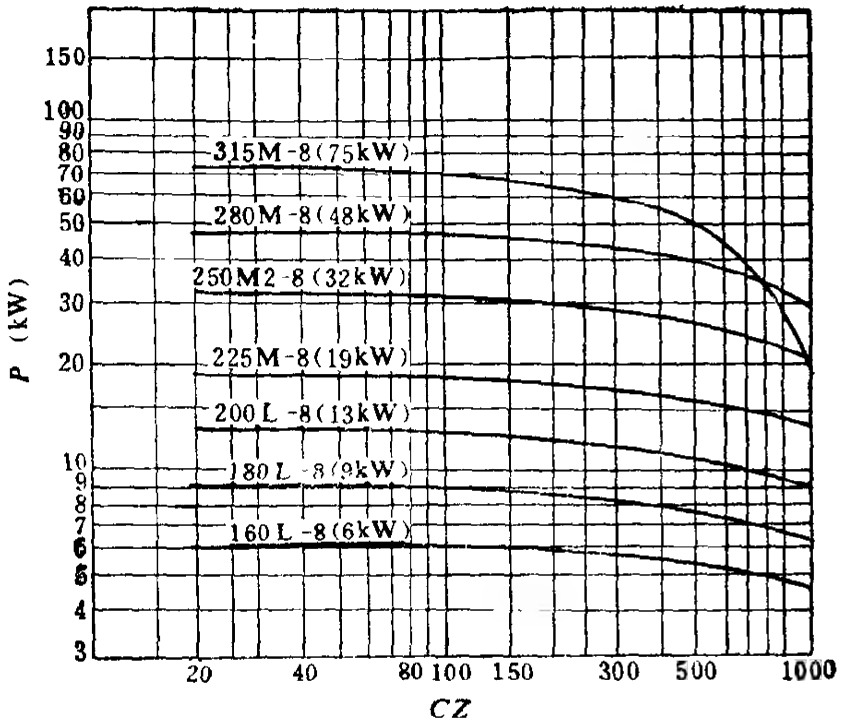


图8-11　n =750 r/min　FC = 60%时的 P—CZ曲线

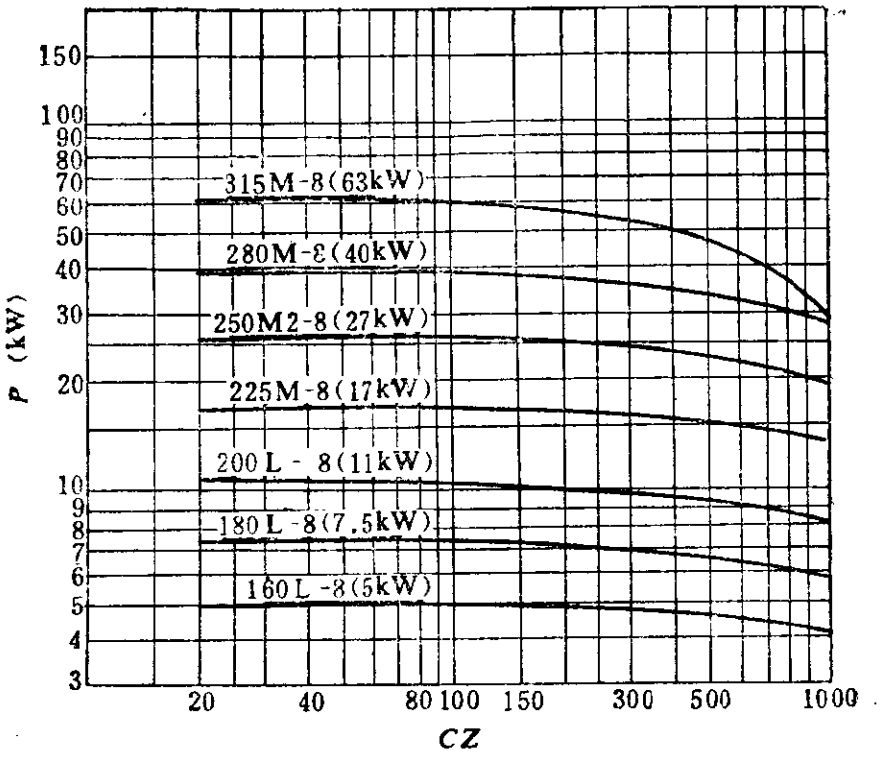


图8-12　n =750 r /min　FC = 100%时 P—CZ曲线

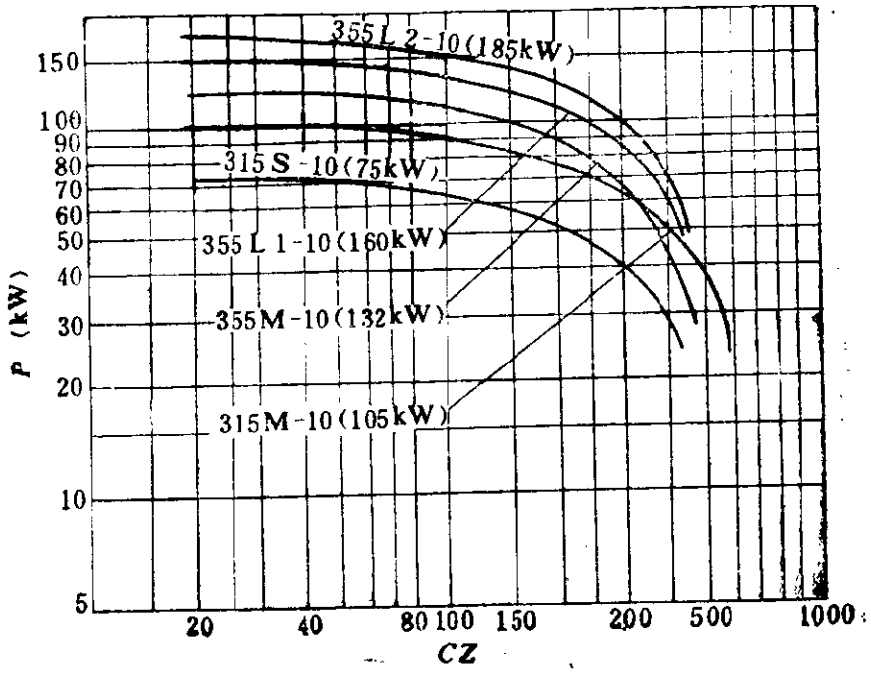


图8-13　n = 600 r /min　FC = 15%时的 P—CZ曲线

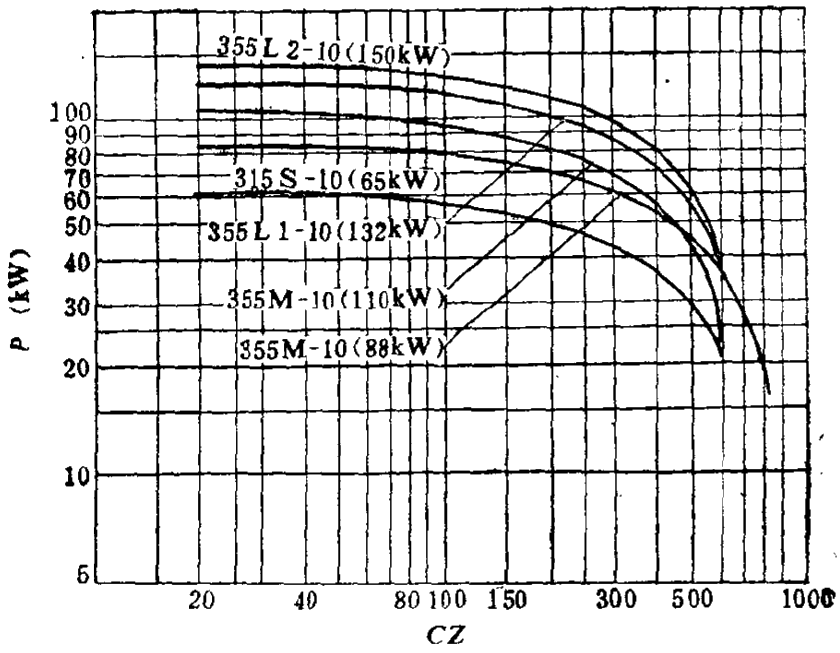


图8-14　n = 600 r /min　FC = 25%时 P—CZ 曲线

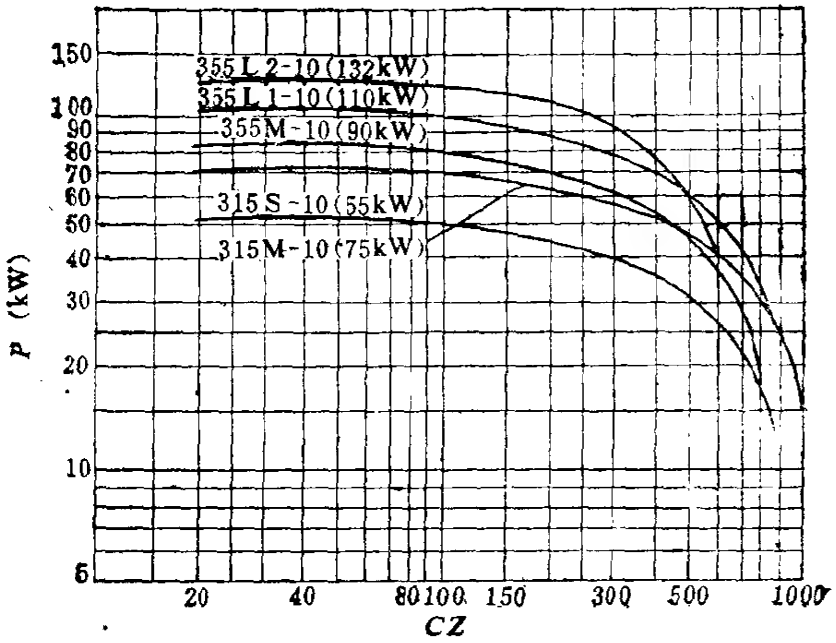


图8-15　n = 600 r /min　FC = 40%时的 P—CZ 曲线

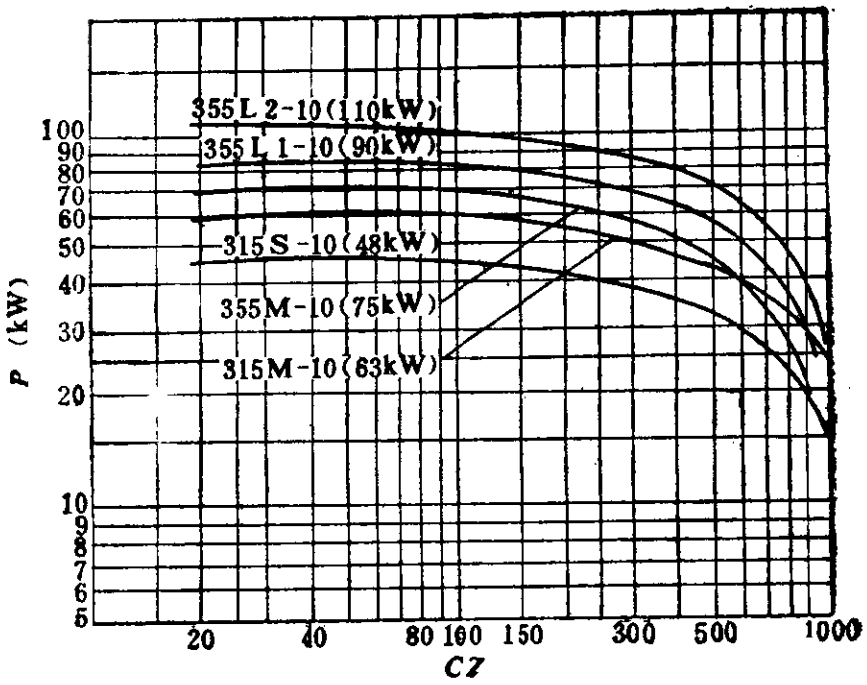


图8-16　n =600 r /min　FC = 60%时的 P—CZ曲线

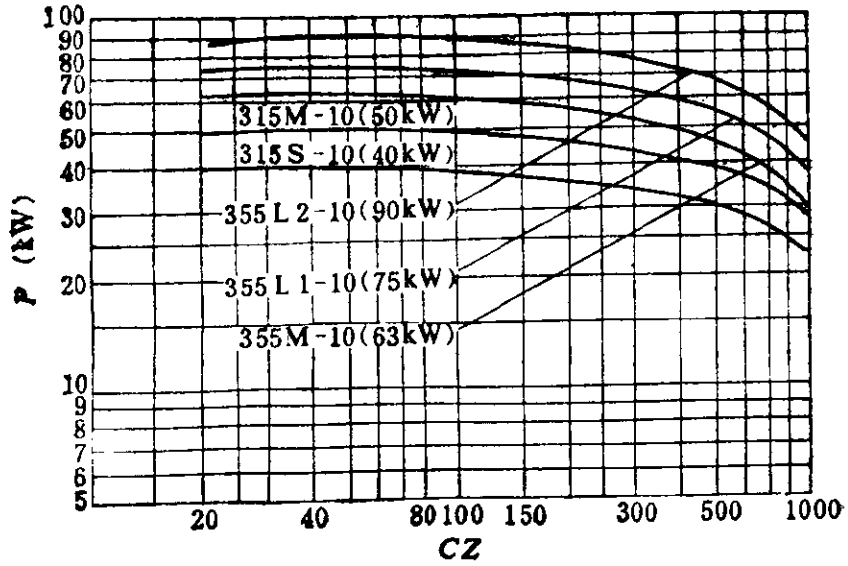


图8-17　n =600 r /min　FC = 100%时的 P—CZ曲线

8.2 YQS2系列井用潜水三相异步电动机

YQS2系列井用潜水三相异步电动机为三相、2极、立式、笼型异步电动机。它与井用潜水泵配套，组成井用潜水电泵，可潜入井下水中长期工作。该机与立式长轴深井泵相比，体积小、重量轻、结构简单、安装使用方便，不需另设泵房，可节约基建投资。是农业灌溉、工矿企业供水和高原山区抽取地下水的先进机具。

YQS2系列井用潜水电动机是在总结已有产品经验、消化吸收国外先进技术的基础上，立足于国内材料，并充分考虑了我国的具体配套情况和使用环境进行设计的。YQS2系列电动机与老产品相比，结构可靠、工艺性合理、配套性好、标准化程度高，符合国标和IEC的有关标准。轴承承载能力和绕组的使用寿命比老产品都有较大的提高。

YQS2系列电动机的效率比YQS、JQS等系列和日本日立公司同类产品提高1.7～3.7%，赶上了联邦德国RITZ公司和KSB公司同类产品技术指标的样本值（见表8-16），达到了国际先进水平。

表8-16 效率水平比较

系列 / 指标值 / 项目	YQS2	国内		联邦德国		日本
		YQS	JQS	RITZ	KSB	日立
效率平均值(%)	83.262	80.50	81.523	82.868	83.093	79.571
YQS2提高值(%)	—	+2.762	+1.739	+0.394	+0.169	+3.691

8.2.1 使用条件

（1）电动机使用时应完全潜入水中，其潜入深度应不大于70m。

（2）水温不高于20℃。

注：当水温高于20℃时，应由用户与制造厂协商。

（3）水中含砂量（重量比）不超过0.01%。

注：水中含砂量较高时，电动机轴伸端采用端面机械密封结构，由用户在订货时注明。

（4）水的酸碱度pH值为6.5～8.5。

（5）水中氯离子含量不超过400mg/l。

（6）电动机内腔必须充满清水或其他按制造厂规定配制的水溶液。

注：当水质条件不符合上述规定时，电动机作为特殊订货。

8.2.2 结构特点

电动机为充水式密封结构，内腔充满清水或防锈缓蚀剂。各止口接合面以O型密封圈或密封胶密封。轴伸端装有橡胶骨架油封或单端面机械密封等防砂密封装置，电动机下端装有橡皮调节囊，用以调节内腔充水因温度变化引起的体积变化。

电动机的定子、转子、绕组和轴承均在水中工作。上、下端各装有一对水润滑径向滑动轴承，下端装有水润滑止推轴承，用以承受电动机正常运行时的转子自重和水泵的轴向推力。为了限制因水泵起动造成的转轴上窜，还装有上止推滑动轴承（见图8-18）。

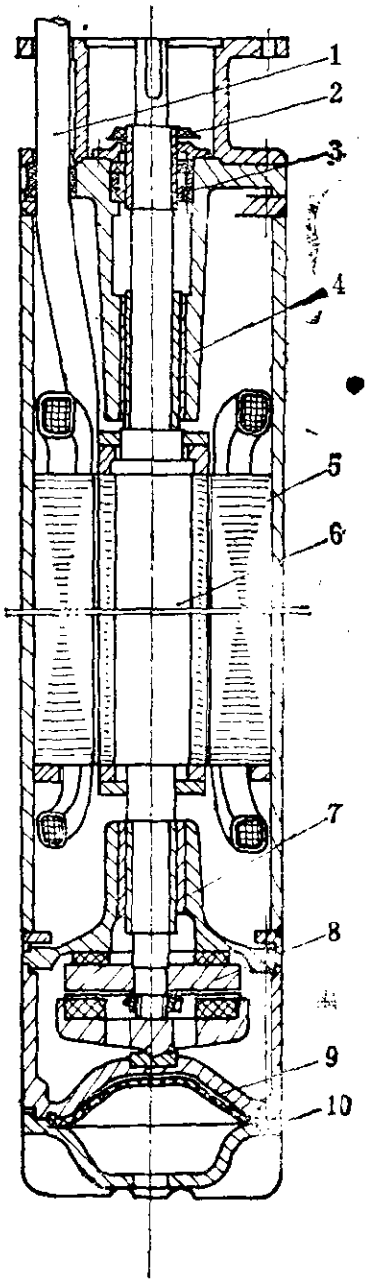


图8-18 YQS2系列结构示意图

1—引出电缆 2—甩砂环 3—油封 4—上导轴承 5—定子 6—转子 7—下导轴承 8—止推轴承 9—调压囊 10—底脚

8.2.3 关键材料及关键工艺

（1）定子绕组采用QYN型漆包

铜芯聚乙烯绝缘尼龙护套线或SYN 型绞合铜芯聚乙烯绝缘尼龙护套线（见图 8-19）。这两种线有良好的耐热、耐老化性能和较高的机械强度，绝缘可靠，使用寿命较长。20℃时的绝缘电阻不小于 500MΩ·km，在水中的长期工作温度为70℃，可承受 1MPa 的水压。

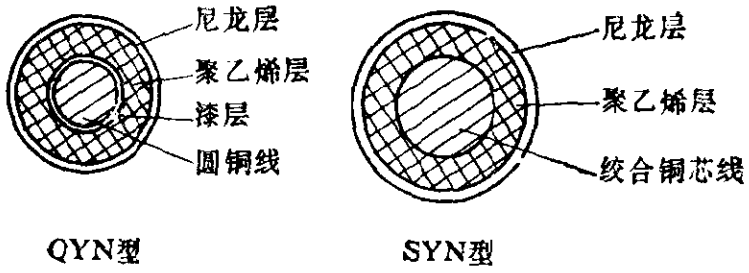


图8-19　聚乙烯绝缘尼龙护套耐水绕组线

（2）水润滑轴承

轴承以水作为润滑冷却剂，因水的粘度很低，摩擦承载面处于边界润滑状态，要求水润滑轴承材料具有良好的自润滑性、耐磨性，较低的摩擦系数，承载力高，耐腐蚀性好。结构上能保证轴承运行时得到充分的润滑和冷却。

1）水润滑止推轴承

采用聚邻苯二甲酸二丙烯酯（DAP）耐高温热固性塑料压制，结构为扇形分块整体式（见图 8-20），对磨圆盘以3Cr13 不锈钢经淬火磨削制成。这种水润滑轴承的承载力可达 10000～15000N（以机座号H250电机的轴承计，以下同），适合于配用一般的和高扬程的国产QJ 型泵。当配用扬程较高的RITZ泵时，由于对轴承的承载力要求高达 25000N，采用分块调心式止推轴承（见图8-21），扇形分块材料为炮铜（铜:锡 = 9:1）或不锈钢，对磨圆盘为编织石棉布浸渍酚醛材料。

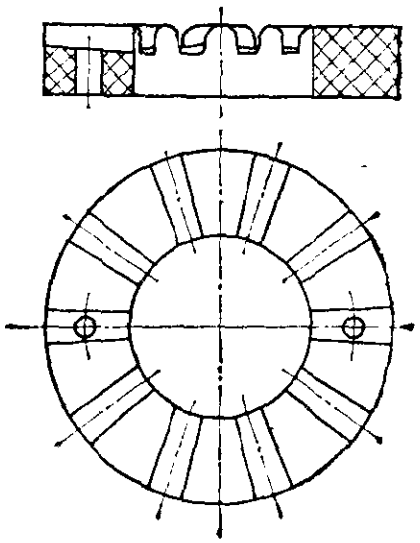


图8-20　整体式止推轴承

2）水润滑导轴承

用ZQPb25-5 铅青铜材料制造，轴颈表面镀有硬铬或装设不锈钢轴套。轴承内孔冷却槽为直槽或螺旋槽。

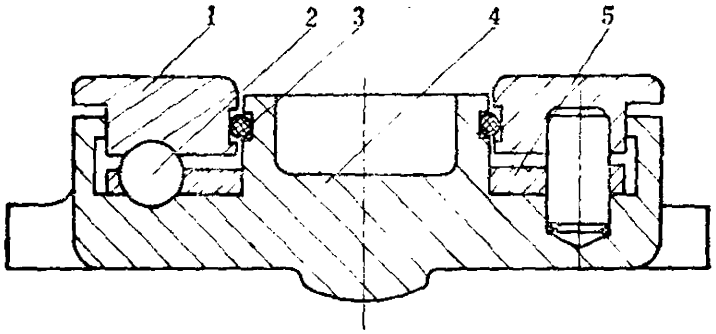


图8-21　分块调心式止推轴承

1—扇形块　2—钢球　3—O型密封圈　4—止推轴承座　5—保持架

表8-17　QYN型耐水绕组线

标称截面	导电线芯结构			绝缘标称厚度 δ_1	护套标称厚度 δ_2	绕组线平均外径上限	绕组线直流电阻（Ω/m）	
	规格	导体偏差	最大外径				最小值	最大值
(mm^2)	(mm)	(±mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		
0.50	1/0.80	0.008	0.885	0.30	0.10	1.85	0.03305	0.03500
0.56	1/0.85	0.009	0.937	0.30	0.10	1.90	0.02925	0.03104
0.63	1/0.90	0.009	0.990	0.30	0.10	1.95	0.02612	0.02765
0.71	1/0.95	0.010	1.041	0.30	0.10	2.00	0.02342	0.02484
0.80	1/1.00	0.010	1.093	0.30	0.10	2.05	0.02116	0.02240
0.90	1/1.06	0.011	1.155	0.30	0.10	2.10	0.01881	0.01995
1.00	1/1.12	0.011	1.217	0.30	0.12	2.20	0.01687	0.01785
1.12	1/1.18	0.012	1.279	0.30	0.12	2.25	0.01519	0.01609
1.25	1/1.25	0.013	1.351	0.30	0.12	2.30	0.01353	0.01435
1.40	1/1.32	0.013	1.423	0.30	0.12	2.40	0.01214	0.01285
1.60	1/1.40	0.014	1.506	0.30	0.12	2.45	0.01079	0.01143
1.80	1/1.50	0.015	1.608	0.35	0.12	2.65	0.009402	0.009955
2.0	1/1.60	0.016	1.710	0.35	0.12	2.75	0.008237	0.008749
2.24	1/1.70	0.017	1.813	0.40	0.15	3.00	0.007320	0.007750
2.50	1/1.80	0.018	1.916	0.45	0.15	3.20	0.006529	0.006913
2.80	1/1.90	0.019	2.018	0.45	0.15	3.30	0.005860	0.006204
3.15	1/2.00	0.020	2.120	0.45	0.15	3.40	0.005289	0.005600
3.55	1/2.12	0.021	2.243	0.50	0.15	3.65	0.004708	0.004983
4.00	1/2.24	0.022	2.366	0.50	0.15	3.75	0.004218	0.004462
4.50	1/2.36	0.024	2.488	0.55	0.15	4.00	0.003797	0.004023
5.00	1/2.50	0.025	2.631	0.55	0.15	4.10	0.003385	0.003584

（3）轴伸端防砂密封装置

水中含砂量（重量比）不超过0.01%时，采用骨架式橡胶油封。含砂量稍高时，可适当缩短检修期或采用单端面机械密封，当含砂量较高时（在0.05～0.1%以上时），应采用FBC型橡胶波纹管机械密封或其他同性能的单端面机械密封（图8-22）。

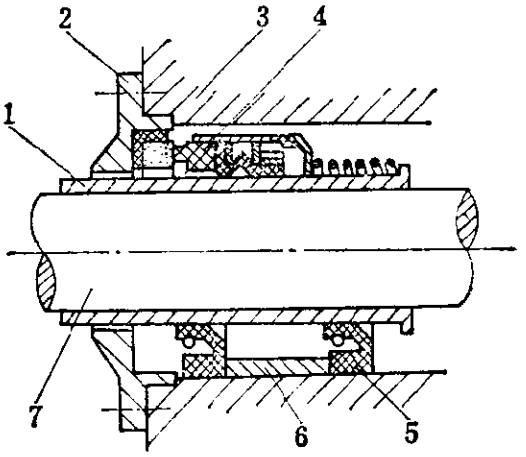


图8-22 轴伸端防砂密封装置

1—轴套 2—压盖 3—上导轴承 4—机械密封 5—油封 6—垫圈 7—转轴

（4）接头包扎材料及包扎工艺

定子绕组和引出电缆接头以及绕组星形或三角形联接点主要采用J系列（J-20或J-21）丁基自粘性胶带作为防水密封包扎材料（见图8-23）。

包扎工艺：

1）接头处剥去尼龙护套及绝缘层，并清除铜线表面氧化层及污垢，用磷铜焊、银焊或锡焊焊接，焊接处绕组线与电缆线应全部接合，无脱焊、虚焊现象。

2）接头处清除尖角毛刺及残余焊液后，用聚乙烯带半叠包2层，然后用丁基自粘带半叠包6层，包扎时应将自粘带拉紧（拉伸约200%）、拉平，使接缝严密无缝隙，最后用聚氯乙烯胶粘带或涤纶胶粘带半叠包2层，作为机械保护层。

（5）零部件的防锈防腐蚀

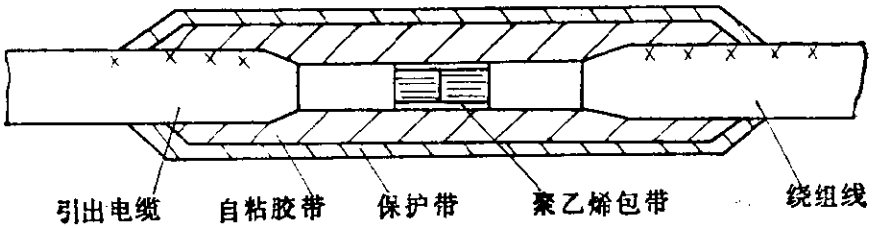


图8-23 接头示意图

表8-18 SYN型耐水绕组线

标称截面 (mm^2)	导电线芯结构		绝缘标称厚度 δ_1 (mm)	护套标称厚度 δ_2 (mm)	绕组线平均外径上限 (mm)	绕组线直流电阻 (Ω/m) 不大于
	根数/单线直径 (mm)	线径标称直径				
3.55	7/0.80	2.40	0.55	0.15	3.9	0.005098
4.5	7/0.90	2.70	0.55	0.15	4.20	0.004028
5.6	7/1.00	3.00	0.60	0.15	4.60	0.003263
7.1	7/1.12	3.36	0.60	0.15	4.95	0.002601
6.0	19/0.63	3.15	0.65	0.15	4.85	0.003028
7.5	19/0.71	3.55	0.65	0.15	5.25	0.002384
8.5	19/0.75	3.75	0.65	0.15	5.45	0.002137
9.5	19/0.80	4.00	0.65	0.15	5.70	0.001878
10.6	19/0.85	4.25	0.65	0.15	5.95	0.001664
11.8	19/0.90	4.50	0.65	0.15	6.20	0.001484
13.2	19/0.95	4.75	0.65	0.15	6.45	0.001332
15.0	19/1.00	5.00	0.70	0.15	6.85	0.001202
17.0	19/1.06	5.30	0.70	0.15	7.15	0.001070
19.0	19/1.12	5.60	0.75	0.15	7.50	0.0009582
21.2	19/1.18	5.90	0.75	0.15	7.80	0.0008633
23.6	19/1.25	6.25	0.75	0.15	8.20	0.0007693

表8-19 防锈涂料及工艺

零部件及部位	涂料名称		粘度 (25℃涂4#) (s)	涂漆层数	干燥 温度 (℃)	干燥 时间	备注
硅钢片表面	低温烘干漆	10%PVB液改性 NH-1腰果铁红底漆	10～15	1	180	1 min	滚涂
铸件 钢板件表面 未下线定子		10%PVB液改性 NH-1腰果铝粉底漆	18～20	2	125±5	2 h	浸涂
		10%PVB液改性 NA-1腰果氨基烘漆	20～25	1			
转子表面		10%PVB液改性 NH-1腰果铝粉底漆	18～20	2	125±5	2 h	浸涂。第二、三次涂漆前，需用细砂纸轻磨前层漆膜
		10%PVB液改性 NA-1腰果氨基烘漆	20～25	1			
铸件、钢板件表面未下线定子	气干漆	7511聚氨酯铁红底漆		2	室温或60	24 h 1 h	
转子表面		磷化底漆		1	室温	1～2 h	刷涂
		7511聚氨酯铁红底漆		2	室温	4 h	刷涂或喷涂
		7511聚氨酯清漆		1	室温或60	>24 h 1～2 h	

为了防止水中的腐蚀性介质对电机零、部件的侵蚀和电化学腐蚀，对电机零、部件采取如下防锈、防腐蚀措施：旋转零件一般以含铬不锈钢制成；螺栓等零件进行镀锌钝化处理；硅钢片、定子铁心、转子表面、机壳、轴承座等零、部件的非配合表面涂耐水防锈涂料，所用涂料及工艺见表 8-19。

8.2.4 功率及与机座号的对应关系

（1）电动机的额定功率共 24 个等级，如表 8-20 所示。

表8-20 额定功率等级 kW

3	4	5.5	7.5	9.2	11	13	15	18.5	22	25	30
37	45	55	63	75	90	100	110	125	140	160	185

（2）电动机的额定功率与机座号的对应关系见表 8-21，全系列共有 44 个规格。

表8-21 额定功率等级与机座号的对应关系

机座号	最大外径（mm）	额定功率（kW）
150	143	3、4、5.5、7.5、9.2、11、13、15
200	184	4、5.5、7.5、9.2、11、13、15、18.5、22、25、30、37、45
250	233	11、13、15、18.5、22、25、30、37、45、55、63、75、90、100
300	278	55、63、75、90、110、125、140、160、185

8.2.5 性能和主要参数

（1）工作方式为连续定额 S 1。

（2）在额定电压下，电动机的堵转转矩对额定转矩之比的保证值为：额定功率 13kW及以下为 1.2，15～30kW为 1.1，37 kW及以上为 1.0。堵转电流对额定电流之比的保证值为：额定功率 37kW 及以下为 7，37kW 以上为 6.5。

（3）温升限值

电动机定子绕组用电阻法测得的温升值应不超过表 8-22 的

表 8-22

定子绕组线的绝缘材料	温升限值(K)
聚氯乙烯型	40
聚乙烯型	45
交联聚乙烯型	60

规定。

（4）水润滑止推轴承承受的水泵向下最大推力见表 8-23。承受水泵起动时所产生的短时向上拉力为向下推力的 20%。

当轴向力超过表 8-23 规定时，用户应与制造厂另行协议。

表 8-23

机座号		150	200	250	300
推力(N)	普通型	7000	10000	15000	22000
	高推力型	11000	18000	25000	36000

（5）电动机在功率、电压及频率为额定值时，其效率和功率因数的保证值见表 8-24。

8.2.6 安装尺寸及外形尺寸

（1）YQS 2 系列电动机可分别与国产 QJ 型潜水泵和引进的联邦德国 RITZ 公司 65、66 系列潜水泵配套使用：

1）电动机与 QJ 型潜水泵的配合尺寸及公差见图 8-24 和表 8-25。

2）电动机与 RITZ 潜水泵的配合尺寸及公差见图 8-25 和表 8-26。

（2）电动机的外形尺寸见表 8-27。

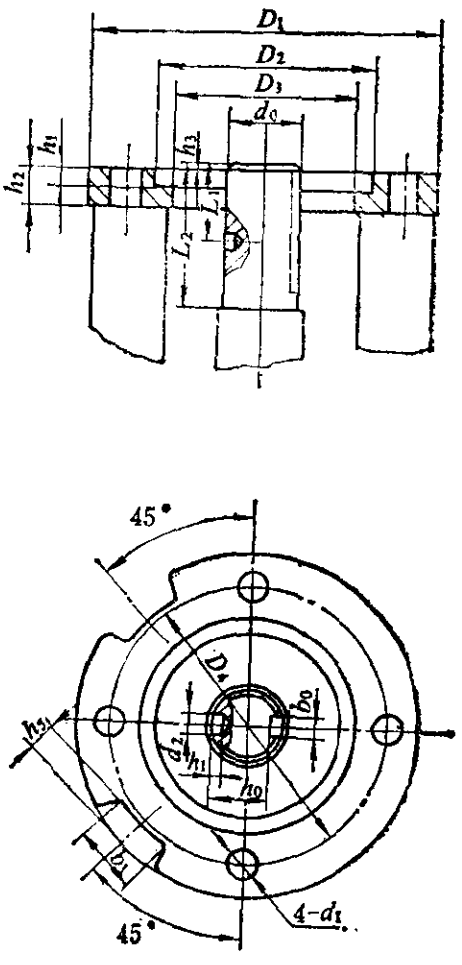


图 8-24

表8-24 效率和功率因素保证值

机座号 / 参数 / 额定功率(kW)	150		200		250		300	
	效率 η(%)	功率因数 $\cos\varphi$	效率 η(%)	功率因数 $\cos\varphi$	效率 η(%)	功率因数 $\cos\varphi$	效率 η(%)	功率因数 $\cos\varphi$
3	74	0.79						
4	76	0.80	76	0.80				
5.5	77.5	0.81	77.5	0.81	—	—		
7.5	78	0.82	78	0.82				
9.2	80.5	0.82	79	0.83				
11	81	0.82	80.5	0.83	79	0.83		
13	81	0.82	81	0.835	80	0.83	—	—
15	81.5	0.82	81.5	0.84	81	0.84		
18.5			83	0.84	83.5	0.85		
22			83.5	0.84	84	0.85		
25			84	0.84	85	0.85		
30			84	0.84	85.5	0.855		
37			84.5	0.84	86.5	0.86		
45			85	0.85	86.5	0.86		
55					87	0.865	86.5	0.855
63	—	—			87	0.865	86.5	0.855
75					87.5	0.87	87	0.86
90			—	—	87.5	0.87	87.5	0.86
100					87.5	0.87	—	—
110							88	0.865
125							88	0.87
140					—	—	88.5	0.87
160							88.5	0.87
185							89	0.87

注：效率 η 以“损耗分析法”确定时，杂散损耗对铜条转子按额定功率的1.2%计算，对铸铝转子应取实测值或按额定功率的2%计算。

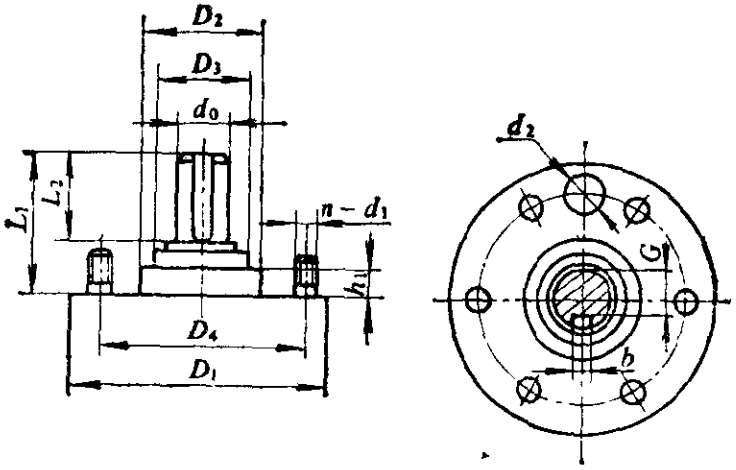


图 8-25

表 8-25 mm

机座号	最大外径	凸缘尺寸							
		D_1	D_2	D_3（不小于）	D_4	h_1	h_2（不大于）	h_3	d_1
150	143	130	$90^{+0.035}_{0}$	80	110	6.5	15	0±0.5	12
200	184	180	$95^{+0.035}_{0}$	80	150		20		15
250	233	210	$110^{+0.035}_{0}$	90	165		25		19
300	278	265	$130^{+0.040}_{0}$	100	215		30		23

机座号	最大外径	轴伸尺寸							电缆槽尺寸	
		d_0	d_2	h_4	h_0	b_0	L_1	L_2（不小于）	b_1	h_5
150	143	$28^{-0.007}_{-0.020}$	7.5	6	$24^{0}_{-0.2}$	$8^{+0.036}_{0}$	25	45	22	10
200	184	$28^{-0.007}_{-0.020}$	7.5	6	$24^{0}_{-0.2}$	$8^{+0.036}_{0}$	30	55	32	12
250	233	$32^{-0.009}_{-0.025}$	9.5	7	$27^{0}_{-0.2}$	$10^{+0.036}_{0}$	35	70	45	18
300	278	$48^{-0.009}_{-0.025}$	12.5	8	$42.5^{0}_{-0.2}$	$14^{+0.043}_{0}$	40	85	52	20

表 8-26 mm

机座号	D_1 (不大于)	D_2	D_3 (不大于)	D_4	d_0	n	d_1	d_2 (不小于)	h_1	L_1	L_2	b	G
150	143	165	62	102	25	6	M8	28	4	90	54	8	21
200	184	100	86	150	32/25	4	M12	28	5	98	54	10/8	27/21
250	233	110	104	170	40/32	6	M12	43	6	110	63	12/10	35/27
300	278	120	114	234	50	6	M20	47	6	120	78	16	44

表8-27 外形尺寸 mm

长度 / 外径 / 功率(kW) \ 机座号	150	200	250	300
	140	180	229	273
3	840	—	—	—
4	890	784		
5.5	925	799		
7.5	955	829		
9.2	973	856		
11	1045	904	935	
13	1140	909	958	
15	1190	934	975	
18.5	—	994	1045	
22		1064	1065	
25		1124	1090	
30		1204	1155	
37		1294	1200	
45		1349	1255	
55		—	1330	1342
63			1415	1407
75			1515	1467
90			1650	1557
100			1720	—
110		—	—	1652
125				1777
140				1792
160				1952
185				1952

8.2.7 试验要求

（1）试验项目按照GB755-81《电机基本技术要求》和 Y-

QS2系列电动机技术条件的规定。

（2）除有关机械检查的项目外，其他各项试验均在水中进行。试验方法按照GB1032-85《三相异步电动机试验方法》。电动机的转差率用感应线圈测量。

（3）电动机组装后，进行内腔耐压力试验。试验压力为50 kPa，历时3 min，电动机表面和各止口接合面应无渗漏现象。

（4）对100kW及以上的大功率电动机的堵转电流值，可以在额定电压下，用拍摄电动机起动过程电流的方法来测取。

8.2.8 关键材料验收要求

（1）聚乙烯绝缘尼龙护套耐水绕组线

试验项目及顺序如下：

1）成品线各层绝缘厚度、外径按表8-17和8-18规定的尺寸进行检查。聚乙烯绝缘层厚度在（0.9～1.05）δ_1范围内，最薄点不小于0.8δ_1，尼龙护套最薄处不小于（δ_2—0.05）mm。表面光滑、圆整、无杂质、气泡、无机械损伤。

2）浸入室温水中24 h后，能经受交流50Hz、3000 V历时1 min的耐电压试验不发生击穿。

3）20℃时的绝缘电阻值，应不小于500MΩ·km。

（2）DAP-2水润滑止推轴承

1）表面色泽均匀，压制紧密，无气孔、裂纹、外伤及其他明显的缺陷。

2）与对磨面的接触面积大于70%。

3）结构和外形尺寸检查。

（3）J-20和J-21丁基自粘性胶带

1）表面均匀平整，无气泡、杂质、穿孔或未混匀的粉粒。

2）自粘性测性

在直径10mm的铜棒上，将带子拉伸约200%半叠包，长50 mm、厚5 mm，放置在室温下4 h，用锋利的刀片切开检查，层间应自粘成一体（凭肉眼观察）。

第九章　小型异步电动机的选用

9.1　小型异步电动机的选用要点

（1）根据机械的负载性质和生产工艺，对电动机的起动、制动、反转、调速等要求，合理选择电机的类型。

（2）根据负载转矩、转速变化范围和起动频繁程度等要求，考虑电动机的温升限制、过载能力和起动转矩，合理选择电动机的功率，使功率匹配合理，力求安全、可靠、经济。

（3）根据使用场所的环境条件，如温度、湿度、灰尘、雨水、瓦斯、腐蚀及易燃易爆气体含量等，考虑必要的保护方式，选择电动机的防护结构型式。

（4）根据企业电网电压标准和对功率因数的要求，确定电动机的电压等级。

（5）根据生产机械的最高转速和对电力传动调速系统的要求，以及机械减速的复杂程度，选择电动机的额定转速。

（6）选择电机时，要考虑产品的价格、建设费用和运行费用，力求综合经济效益最好。如在干燥、洁净的场所，应尽量采用“IP23”的Y系列电机，因为这种电机的价格约为同容量“IP44”Y系列电机的70%，而且制造厂可以节约材料；对于连续运行、负载率高的负载，宜采用YX系列高效率电机，以求节能和提高综合经济效益。

（7）选择电机时，要考虑影响安装、运行和维护的因素，力求安装和检修方便，运行可靠。

（8）要贯彻国家的技术经济政策，积极采用国家明令推广的新产品，不用被淘汰的产品（如J2、JO2、JO3系列电机）。

9.2 选 用 步 骤

9.2.1 一般选用步骤

根据异步电动机的选用要点，一般的选用步骤如图9-1所示。但是，并不要求每一台电机的选用，都经历图 9-1 所示的全过程，应按照电机的具体使用要求，参考本章下面各节所述的方法进行选用。

9.2.2 节能选用步骤

（1）从节能角度选用电动机的类型

Y系列电动机中，YX系列是专为节能而设计的高效率电动机，但其他Y系列电动机选用合理，也可获得较好的节能效果。从节能角度选用电动机的类型，如表9-1所示。

表 9-1

电机类型	适用的负载机械及有关要求
一般笼型电动机 YX系列	泵类、风机、纺织机械，恒负载连续运行，年使用时间大于3000 h，负载率大于60%
变速笼型电动机 1.变极多速电动机 YD系列	1.用于泵类、风机等具有 $T=f\left(\frac{1}{n}\right)^2$ 特性，需要有级调速的负载，此外，也用于运输机、卷扬机、搅拌机、纺织机等，适应低速时也有恒转矩，需要有级调速的负载
2.电磁调速电动机 YCT系列	2.用于泵类、风机、运输机、卷扬机、粉碎机、离心浇注机等，适应具有恒转矩调速特性，需要无级调速的负载
绕线转子电动机 YR系列电动机 YZR系列电动机	适应频繁起动的机械或大的 GD^2 的负载

（2）从负载特性考虑节能的选用顺序

首先要考虑负载是连续还是断续。若为连续负载，要了解电动机功率的合理匹配，如了解风机和泵类是否采用风门或阀门调节流量，若大幅度调节流量时，可采用调速电机节能。若流量不必调节，则应使电动机的输出功率在75～100%额定功率的范围内。断续负载时，要了解轻载时电机是否可停转，采用相应的控

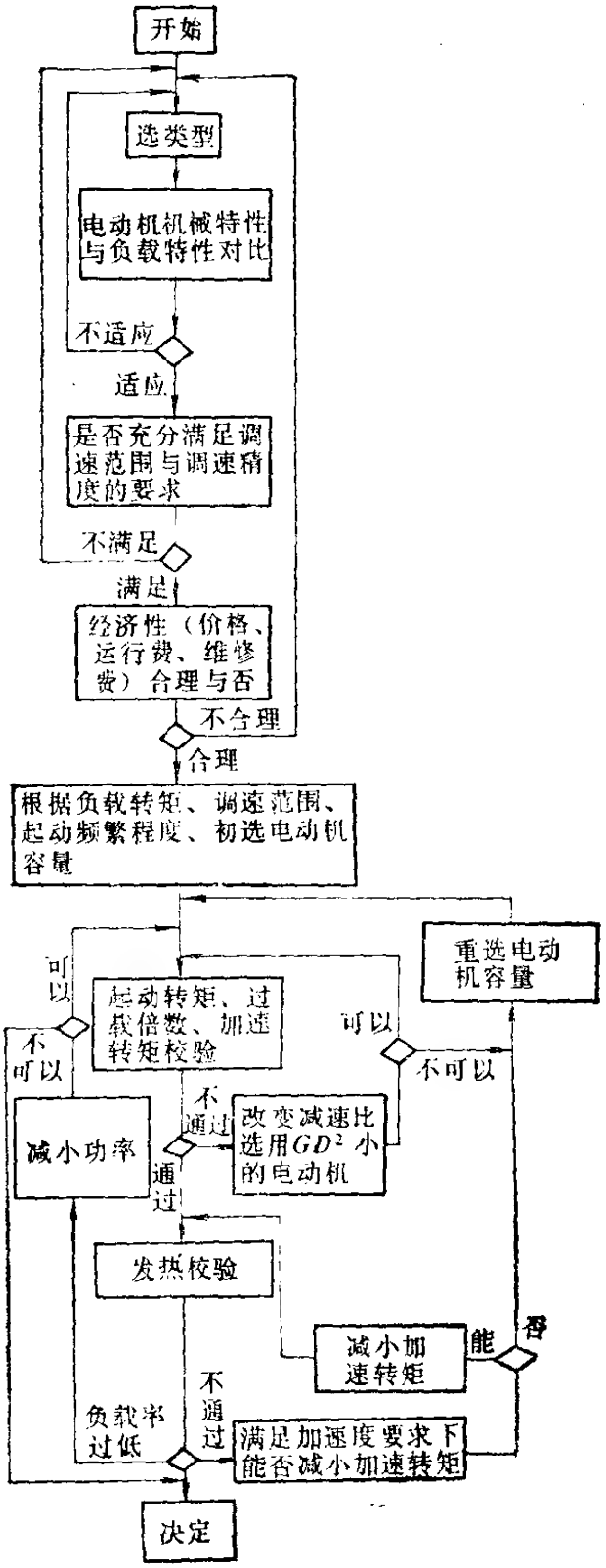


图9-1　电动机的选用程序

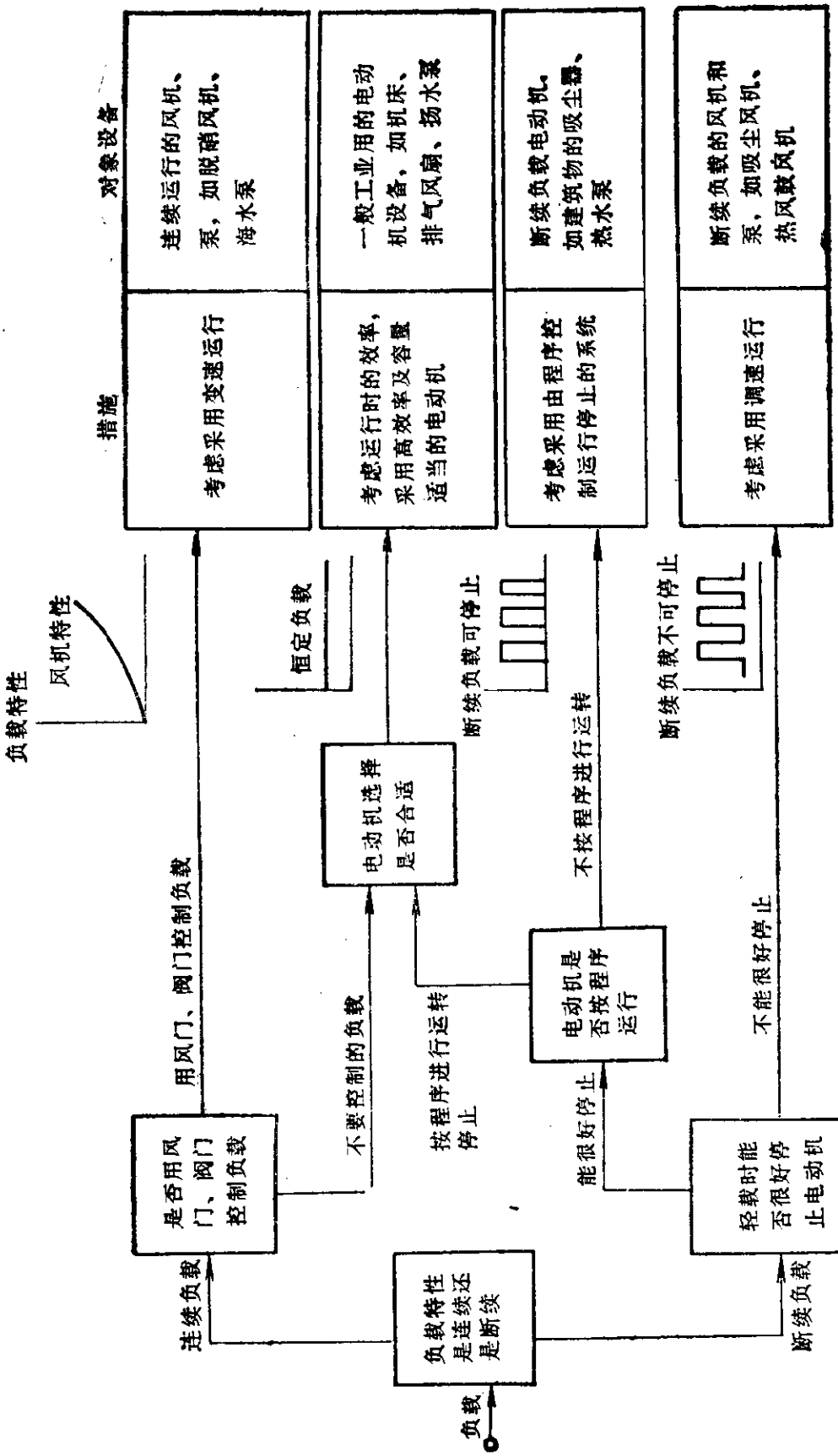


图9-2　从负载特性考虑节电的程序框图

制设备，以求节能。从负载特性考虑节能的选用顺序如图 9-2 所示[10]。

9.3 异步电动机的工作特性和参数

9.3.1 机械特性

异步电动机的机械特性，是指转矩 T 和转速 n 的函数关系，即 $T = f(n)$。Y 系列电动机的机械特性如图 9-3 所示。

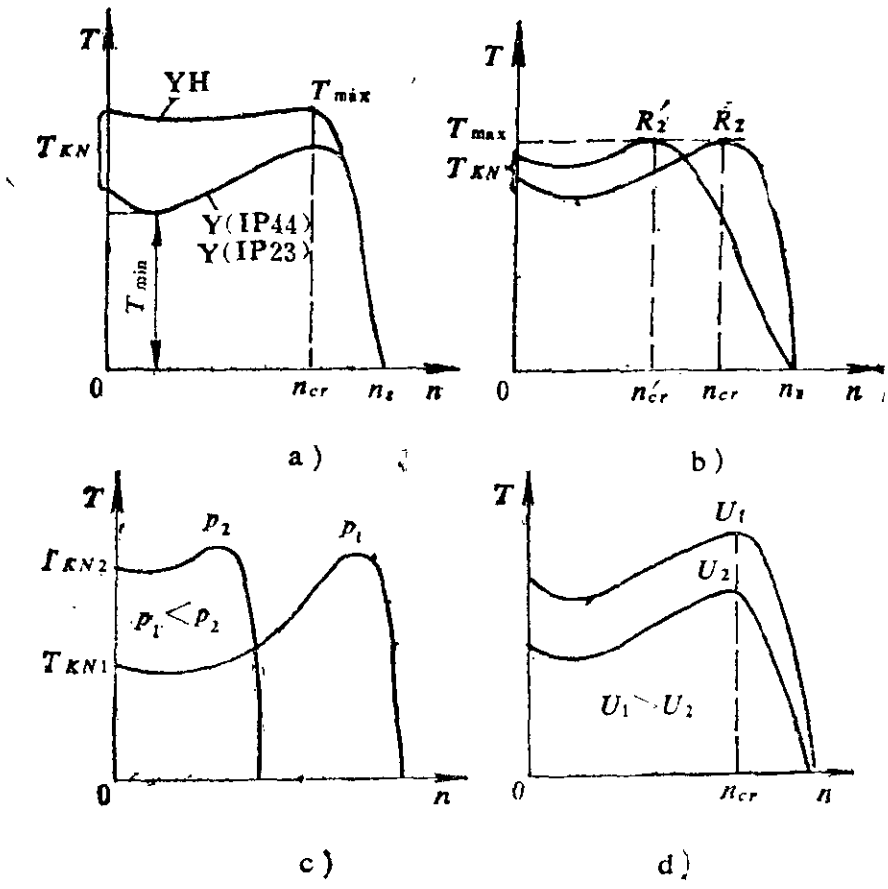


图9-3 Y系列电动机的机械特性

a) Y(IP44)、Y(IP23)、YH系列的 $T = f(n)$ b) YR系列的 $T = f(n)$ c) YD系列的 $T = f(n)$ d) 电压变化时的 $T = f(n)$

T_{KN}—堵转转矩 T_{max}—最大转矩 T_{min}—最小转矩 n_s—同步转速 n_{cr}—对应最大转矩的临界转速 R_2、R_2'—绕线转子回路不同的电阻 p_1、p_2—不同的极对数 U_1、U_2—不同的端电压

9.3.2 Y 系列电动机的 T_{KN}、T_{min} 和 T_{max} 的实测值范围

Y 系列电动机的 T_{KN} 和 T_{max} 均比 J 2、JO2 系列有较大的提高，实测值比标准值普遍高，详见表 9-2。

表9-2　Y系列电动机的 T^*_{KN}、T^*_{min}、T^*_{max}

系列	Y(IP44)				
极数	2			4	
功率(kW) \ 数据	T^*_{KN}	T^*_{max}	T^*_{min}	T^*_{KN}	T^*_{max}
0.55				2.51～3.4	2.3～2.4
0.75	2.4～2.9	2.4～2.8	1.6～2.5	2.6～3.8	2.3～2.5
1.1	2.63～2.83	2.53～2.85	1.58～1.72	2.61～2.46	2.4～2.9
1.5	2.3～2.9	2.6～3.0	2.4～2.9	2.3～2.85	2.5～2.9
2.2	2.4～3.0	3.3～3.85	3.0～3.55	2.52～2.65	2.49～2.73
3	2.97～3.04	2.8～3.02		2.79～3.02	2.8～3.1
4	2.5～2.76	2.6～3.1	2～2.37	2.5～2.85	2.9～3.11
5.5	1.91～2.16	2.7～2.9		2.3～2.43	2.6～3.77
7.5	1.7～2.44	2.6～2.8	1.18～1.19	2.3～2.8	2.7～2.85
11	2.2～2.26	2.66～2.69		2.13～2.16	2.5～2.6
15	2.1～2.6	2.6～3.7	1.02～1.03	2.1～2.3	2.5～3.2
18.5	2.2～2.5	2.8		2.5～2.6	2.7～3.3
22	3.3	3.14		2.66～2.75	3.3
30	2.13～2.56	2.9～3.5	1.68～1.79	2.3～2.5	3.0～3.4
37	1.85～2.7	3.0～3.3	1.6	2.0～2.2	3.2～3.3
45	2.5～2.6	3.1～3.4	1.67～1.88	2.2～2.3	3.3～3.4
55	2.2～2.4	2.9～3.1	1.8～1.9	2.1～2.8	2.9～3.1
75	2.2～2.9	3.2～3.4	1.2～2.2	1.9～2.2	2.8～2.9
90	2.7～2.8	3.0～3.1	1.7	2.1～2.3	3.8～3.9
110					
132					

注：$T^*_{KN}=T_{KN}/T_N$；$T^*_{max}=T_{max}/T_N$；$T^*_{min}=T_{min}/T_N$；

T_N—额定转矩；Y(IP23)为样机试制实测值。

标么值范围（小批试制实测数据）

	6			8		
T^*_{min}	T^*_{KN}	T^*_{max}	T^*_{min}	T^*_{KN}	T^*_{max}	T^*_{min}
2.1～2.8						
2.2～2.6	2.17～2.45	2.3～2.6				
2～2.8	2.13～2.62	2.17～2.43				
	2.74～2.79	2.5～2.66	2.9～3			
2.19～2.57	2.1～2.6	2.4～2.54	2.1～2.37	2.16～2.17	2.23～2.53	
2.83	2.1～2.4	2.47～2.62		2.2～2.3	2.45～2.5	
2.21～2.4	2.23～2.95	2.63～2.68		2.3～2.33	2.56	
1.1～1.42	2.33～2.48	2.51～2.6		2.2～2.23	2.4～2.6	
2.02～2.06	2.0～2.1	2.3～2.4		2.3～2.33	2.4～2.5	
2	2.2～2.4	2.5		1.78～2.1	3.1	
0.81～0.88	2.3～2.47	2.67～3.0	1.0～1.12	1.89～2.0	2.4～3.3	
0.91	2.1～2.3	2.7～3.6		1.9～2.0	2.2～3.0	1.72
	1.9～2.1	2.6～3.5	1.99～2.0	1.9～2.2	2.3～3.0	1.7
1.94～2.04	1.6～2.1	2.3～2.8	1.26	1.8～2.05	2.5～2.6	1.65～1.74
1.53～1.66	1.8～2.0	2.6～2.7	1.7～1.97	1.7～1.8	2.7	
1.78～1.86	1.7～2.1	2.5～2.9	1.4～1.5	1.7～1.8	2.66	
1.9～2.8	1.7～2.2	2～2.1	1.35～1.44			
1.3～2.1						
1.65						

系列	Y(IP23)				
极数	2			4	
数据 / 功率(kW)	T^*_{KN}	T^*_{max}	T^*_{min}	T^*_{KN}	T^*_{max}
0.55					
0.75					
1.1					
1.5					
2.2					
3					
4					
5.5					
7.5					
11					
15					
18.5				2.0～2.4	2.7～2.9
22	2.4～2.7	2.9	1.5～1.6		
30				1.7～2.2	2.3～2.6
37	2.3～2.6	2.6～2.9	2.0		
45				2.1～2.3	2.7～3.4
55	2.1～2.4	3.0～3.27	1.98	1.65～2.07	2.4～2.57
75	2.1～2.44	2.67～2.8	2.1～2.25		
90				2.6～2.7	3～3.1
110	1.97～2.07	2.58～2.69	1.91～1.97		
132	1.75	3.5		1.95	2.76

（续）

	6			8		
T^*_{min}	T^*_{KN}	T^*_{max}	T^*_{min}	T^*_{KN}	T^*_{max}	T^*_{min}
				1.9～2.3	2.4～3.0	0.94～1.0
	2.0～2.2	2.4～2.85	1.5～1.7			
				2.16～2.2	2.43～2.45	2.19～2.13
1.0～1.3	1.9～2.0	2.5～2.6	1.9～2.0			
				1.9～2.25	2.6～3.0	1.54～1.67
1.9～2.0	1.6～1.75	2.3～2.8	1.31～1.48	1.64～1.99	2.2～2.48	2
	1.8～2.13	2.7～2.8	2.05～2.13			
1.93				2.09	2.52	2.09
2.04	2.18	2.54	2.18			
				1.82	2.09	1.48
2.6～2.7	1.81	2.35	1.49			
1.58						

9.3.3 Y系列电动机的工作特性

异步电动机的工作特性是输入功率P_1、定子电流I_1、效率η、功率因数$\cos\varphi$和转差率s与输出功率P_2的函数关系，即$P_1=f(P_2)$、$I_1=f(P_2)$、$\eta=f(P_2)$、$\cos\varphi=f(P_2)$和$s=f(P_2)$，如图9-4所示。

额定功率时的数据，在各电机的铭牌上和产品技术条件中均给出，其他负载下的工作特性数据可以计算。Y(IP44)和YX系列不同负载率时的效率如表9-3和9-4所示。

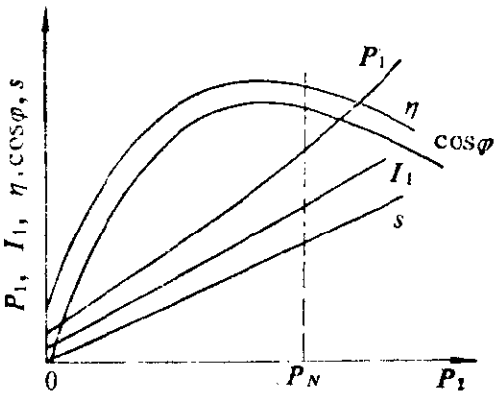


图9-4 异步电动机的工作特性

9.3.4 异步电动机的工作制

工作制是对电机各种负载，包括空载、停机和断电，及其持续时间和先后次序情况的说明。按照连续的、短时的和周期的，共分为9类工作制，即连续工作制(S1)，短时工作制(S2)、断续周期工作制(S3)、包括起动的断续工作制(S4)、包括电制动的断续周期工作制(S5)、连续周期工作制(S6)、包括电制动的连续周期工作制(S7)、包括负载和转速相应变化的连续周期工作制(S8)和负载与转速作非周期变化的工作制(S9)。

Y系列电机的基准工作制有S1、S3两种，其中S3可用于S2、S4～S8工作制。

9.3.5 异步电动机的发热与温升

电动机运转过程中会产生各种损耗，这些损耗转化为热量，致使异步电动机的绕组温度升高。热平衡时电机绕组的温度与冷却介质温度之差称为温升$\Delta\theta$。此温升可分为固定损耗产生的温升$\Delta\theta_0$和可变损耗产生的温升$\Delta\theta_i$，前者几乎与电机的负载无关，后者与电机的负载率的平方成正比，即

$$\Delta\theta=\Delta\theta_0+\Delta\theta_i K_L^2 K \qquad (9\text{-}1)$$

表9-3 Y(IP44)系列各种负载率下的效率

同步转速(r/min)	3000				1500				1000				750			
负载率 K	1.0	0.75	0.5	0.25	1.0	0.75	0.5	0.25	1.0	0.75	0.5	0.25	1.0	0.75	0.5	0.25
功率(kW)	效率 (%)															
0.55					75	72.6	69.4	57.7								
0.75	75	75.5	73.7	64.2	74.5	74.2	71.2	59.9	72.5	72	68.5	56.5				
1.1	77	75.3	70.6	57.5	78	78.7	77.5	69.2	73.5	73.9	71.7	61.5				
1.5	78	78.7	78.4	69.2	79	80.3	80	73.6	77.5	77.3	74.6	64.1				
2.2	82	82.9	82.1	75.5	81	81.7	80.6	73.2	80.5	81	79.5	71.4	81	81	78.9	69.8
3	82	82.2	80.5	72.1	82.5	82.5	80.6	71.9	83	83.9	83.4	77.3	82	82.8	79.4	70
4	85.5	86.2	85.5	79.8	84.5	85.2	84.5	78.9	84	85	84.8	79.3	84	84.8	84.1	78
5.5	85.5	86.6	86.4	81.8	85.5	86.7	86.7	82.5	85.3	86.7	87.1	83.7	85	85.9	85.5	80
7.5	86.2	87.5	87.7	84	87	88.2	88.4	84.8	86	86.9	86.5	81.4	86	87	86.9	82.3
11	87.2	87.3	85.9	79.2	88	88.8	88.5	84.2	87	87.7	87.3	82.3	86.5	86.9	85.9	79.8
15	88.2	88.1	86.4	79.5	88.5	89.3	89.1	85.1	89.5	89.7	88.7	79.7	88	88.8	88.6	84.5
18.5	89.0	89.1	89	84.4	91.0	91.4	90.7	86.5	89.8	90.2	89.5	84.9	89.5	90.3	89.4	84.8
22	89.0	88.6	87	80	91.5	91.9	91.4	87.6	90.2	90.8	90.5	86.7	90	90.3	89.5	84.7
30	90.0	89.6	87.9	81	92.2	92.5	92	88.2	90.2	90.8	90.3	86.3	90.5	90.8	90	85.4
37	90.5	90.4	89	83.1	91.8	92.2	91.8	88.2	90.8	91.3	91	87.2	91	91.2	90.5	85.9
45	91.5	91.5	90.4	85.4	92.3	92.7	92.3	88.9	92	92.4	91.9	88.2	91.7	92.1	91.5	87.6
55	91.5	91.2	89.7	83.7	92.6	92.9	92.4	88.8	92	92.6	92.6	89.8				
75	91.5	91.2	89.8	83.9	92.7	92.8	91.9	87.7								
90	92.0	91.9	90.6	85.3	93.5	93.5	92.7	88.7								

注：效率用实测杂散损耗的损耗分析法确定。

表9-4 YX系列不同负荷率时的效率水平 %

极数 / 负载率 / 功率(kW)	2P			4P			6P		
	50%	75%	100%	50%	75%	100%	50%	75%	100%
1.5	—	—	—	—	—	—	82.0	82.8	82.4
2.2	—	—	—	86.5	87.0	86.3	84.8	85.8	85.3
3	86.3	86.8	86.5	86.6	87.2	86.5	86.8	87.5	87.2
4	88.0	88.6	88.3	88.5	89.0	88.3	87.6	88.4	88.0
5.5	88.2	89.0	88.6	89.5	90.2	89.5	88.3	88.8	88.5
7.5	89.4	90.2	89.7	90.3	90.7	90.3	89.6	90.4	90.0
11	90.4	91.2	90.8	91.6	92.0	91.8	90.2	91.0	90.4
15	91.6	92.4	92.0	91.7	92.2	91.8	91.5	92.2	91.7
18.5	91.7	92.4	92.0	92.8	93.2	93	91.5	92.2	91.7
22	92.1	92.5	92.5	93.0	93.5	93.2	91.8	92.5	92.1
30	92.7	93.0	93	93.5	93.8	93.5	92.8	93.4	93.0
37	93	93.4	93.2	93.7	94.2	93.8	93.2	93.8	93.4
45	93.5	94.0	94	94.0	94.5	94.1	93.4	94.0	93.6
55	93.6	94.2	94.2	94.2	94.8	94.5	93.6	94.2	93.8
75	93.7	94.4	94.2	94.6	95.0	94.7			
90	94.0	94.6	94.5	94.8	95.2	95			

式中 K_L——负载率，$K_L = \dfrac{P_2}{P_N} \approx \sqrt{\dfrac{I_i^2 - I_0^2}{I_N^2 - I_0^2}}$

$\Delta\theta_i = \Delta\theta_N - \Delta\theta_0$（$\Delta\theta_N$——对应额定功率时的定子绕组温升K）。

Y系列电动机采用B级绝缘，定子绕组的温升限值(电阻法)应不超过80K。电动机的选择与使用，都以不超过额定温升为原则。额定温升是当电机输出额定功率时，定子绕组产生的温升。Y系列电机的额定温升 $\Delta\theta_N$，一般为45～75K，大部分为

65K左右。

Y系列电动机的 $\Delta\theta_0$，即在额定电压和额定频率时的空载温升，大致在如下的范围内：

2极　　7～12K

4极　　9～14K

6极　　11～18K

8极　　12～20K

9.3.6 电动机过载时定子绕组温升与过载时间的关系

$$\Delta\theta = \Delta\theta'\left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right) + \Delta\theta_t e^{-\frac{t}{T}} \tag{9-2}$$

式中 $\Delta\theta$——过载后，对应时间 t 的温升（K）；

$\Delta\theta'$——对应过载后的负载率，电机绕组的稳定温升（K）；

$\Delta\theta_t$——过载前电机绕组的稳定温升（K）；

t——过载时间（h）；

T——电机的发热时间常数（h）。

对于Y系列电机，T 值为下列数值：

H（中心高）<132　　$T = 0.4 \sim 0.6$

$132 \leqslant H \leqslant 315$　　$T = 0.75 \sim 0.95$

9.3.7 电机动起动或堵转时的温度增长速度 ΔT（℃/s）

$$\Delta T = \frac{(\Delta_1 K_{St})^2}{200} \tag{9-3}$$

式中 Δ_1——定子绕组的电流密度（A/mm^2）；

K_{St}——堵转电流倍数。

Y系列电机的 Δ_1 和 K_{St} 见表 2-13 和有关产品的技术条件。

9.4 电源选择及电源条件对异步电动机性能的影响

9.4.1 电源的选择

电源的选择，包括电压、频率和电压对称性的选择。

（1）电压选择

电压的选择，取决于电力系统对企业的供电电压。Y系列电动机的额定线电压为380V，派生的60Hz电动机的额定线电压有380和440V两种，YA和YB系列的额定电压为380和660V。

一般来说，额定功率$P_N \geqslant 200$kW时，选用6kV，$P_N <$ 200kW时，选用380V；或$P_N \geqslant 100$kW时，选用3kV，$P_N <$ 100kW时，选用380V。

在电厂用的1类电机中[5]，当$P_N = 75 \sim 90$kW时，且低压母线上无容量更小的1类电机，为避免低压母线单独故障的影响，则用3kV；短时运行而容量为110～220kW的电动机，接于低压母线上并不加大变压器容量时（利用变压器的短时过载能力），则可考虑采用380V。

煤矿采煤机用的电动机，多为380/660V(△/Y)，660V(△)，660/1140V(△/Y)几种，因为这类异步电动机的供电线长，若电压低，线路损耗和压降大，其他煤矿机械，常采用380/660V电动机。

对于一般的通用机械，200kW以下的电动机，常采用380V。

电源电压的偏差一般不超过±5%。但有些机械如各种金属切削机床，实际的负载率低于60%，则可在-10%的电压偏差下运行。

（2）频率的选择

我国的工频供电频率均为50Hz，但出口的电机产品有些为60Hz。因此Y系列电机的电源频率除有50Hz外，还有派生的60Hz系列。由于频率的高低，直接影响电机的转速，且对其运行性能也有影响，因此实际电源频率与电机额定频率的偏差一般应不大于±1%。

（3）电源电压波形和对称性

电源电压为实际正弦波形（即波形畸变率不超过5%），并为实际对称性，即电压的负序分量不超过正序分量的1%（长期运

行时）或 1.5%（在几分钟短时运行时），且电压的零序分量不超过正序分量的 1%。电压的对称性差对电机的性能影响很大，例如电源电压不平衡率㊀为 3.5%时，电机的损耗将增加 26%。所以，厂用单相负载要配搭适当，尽量保持电源的实际对称。

9.4.2 电压偏差大时对异步电动机性能的影响

（1）对力能指标的影响

电机的力能指标，就是效率和功率因数。电压偏离额定值时，电机力能指标的变化情况如表 9-5 所示。

（2）对堵转电流 I_K、堵转转矩 T_K 和最大转矩 T_{max} 的影响

$$T_K = T_{KN}K_u^2 \quad (\mathrm{N \cdot m})$$

$$I_K = I_{KN}K_u \quad (\mathrm{A})$$

$$T_{max} = T_{max\ N}K_u^2 \quad (\mathrm{N \cdot m})$$

式中 $I_{KN}, T_{KN}, T_{max\ N}$——对应于 U_N 的堵转电流、堵转转矩和最大转矩。

9.4.3 频率偏离额定值对异步电动机性能的影响

频率偏离额定值大于±1%时，可按表 9-6 所列公式估算电动机的性能。

9.4.4 电压不对称对异步电动机性能的影响

电压不对称可用电压不平衡率来表示。当电压不平衡时，电机内部产生负序磁场，形成负的转矩，从电机轴上吸收一部分机械功率，在电机内部消耗了。因此，在同样的转差率下电动机轴上有用的机械功率有所降低。又因负序磁场在转子上引起额外的铁耗、铜耗和杂散损耗，致使总损耗增加。对Y系列电动机，当电压不平衡率 $K_{acu}=3\%$ 时，产生的负序电流约为额定电流的 15～21%，满载时，若定子某一相的正、负序电流接近同相，则该相的合成电流约为 $(1.15\sim1.21)I_N$，运行时间长，该相因电流过大而过热，加速绝缘老化，还可能引起绕组故障。电压不对称对Y系列电机效率的影响如表 9-7 所示。

㊀ 电压不平衡率＝(最高电压－最低电压)/平均电压×100%

表 9-5

项 目	公 式	$K_L=1$				0.7			
		$K_u=1$	1.05	0.95	0.9	1	1.05	0.95	0.9
总损耗 $\Sigma P(W)$	$\Sigma P=\left[\left(\frac{1}{\eta_N}-1\right)P_N-P_0\right]\frac{K_L^2}{K_u^2}+K_u^2(P_0-P_{fw})+P_{fw}$	1816	1745	1908	2025	1176	1164	1198	1234
效 率 $\eta(\%)$	$\eta=\frac{K_LP_N}{K_LP_N+\Sigma P}\times 100$	89.2	89.56	88.72	88.11	89.92	90.02	89.76	89.48
定子电流 $I_1(A)$	$I_1=\sqrt{\frac{K_L^2}{K_u^2}(I_N^2-I_0^2)+K_u^2I_0^2}$	29.55	28.49	30.77	32.18	21.88	21.3	22.58	23.43
功率因数 $\cos\varphi$	$\cos\varphi=\frac{K_LP_N+\Sigma P}{\sqrt{3}K_uU_NI_1}$	0.865	0.85	0.878	0.893	0.811	0.792	0.829	0.845

注：表中以Y160L-4为例，$U_N=380V$，△连接，实测得：$\eta_N=89.2\%$，$I_N=29.55A$，$I_0=10A$，$P_0=560W$，$P_{fw}=111W$，$\cos\varphi=0.865$，表中$K_L=P_2/P_N$，$K_u=U_1/U_N$。

表 9-6

项　目	公　式	$K_L=1$			$K_L=0.7$		
		$K_f=1$	1.2	0.9	$K_f=1$	1.2	0.9
同步转速 N_s(r/min)	$N_s=K_fN_{sN}$	3000	3600	2700	3000	3600	2700
总损耗 ΣP(W)	$\Sigma P=K_L^2K_f^2\left[\left(\frac{1}{\eta_N}-1\right)P_N-P_0\right]+\frac{1}{2.5K_f-1.5}(P_0-P_{fw})+\frac{1}{2K_f-1}P_{fw}$	1004	1171	1099	642	648	805
输出功率 P_2(W)	$P_2=K_LK_fP_N$	7500	9000	6750	5250	6300	4725
效　率 η(%)	$\eta=\frac{P_2}{P_2+\Sigma P}\times100$	88.19	88.49	86.0	89.10	90.67	85.44

（续）

项　目	公　式	$K_L=1$			$K_L=0.7$		
		$K_f=1$	1.2	0.9	$K_f=1$	1.2	0.9
定子电流 I_1(A)	$I_1=\sqrt{K_L^2K_f^2(I_N^2-I_0^2)+\left(\frac{I_0}{2.5K_f-1.5}\right)^2}$	14.27	16.58	14.4	10.37	11.68	11.38
功率因数 $\cos\varphi$	$\cos\varphi=\frac{P_2+\Sigma P}{\sqrt{3}\,U_NI_1}$	0.905	0.932	0.829	0.863	0.904	0.738
K_{IK}	$K_{IK}=\frac{K_{IKN}}{K_f}$	6.99	5.83	7.77			
K_{TK}	$K_{TK}=K_{TKN}/K_f^3$	2.44	1.41	3.35			
K_{max}	$K_{max}=K_{maxN}/K_f^2$	2.81	1.95	3.47			

注：以Y132S2-2为例，$U_N=380$V，$f_N=50$Hz，$P_N=7500$W，$N_s=3000$ r/min。实测：$\eta_N=88.19\%$，$P_0=293$W，$P_{fw}=120$W，$I_N=14.27$A，$I_0=3.88$A，$K_{IKN}=6.99$，$K_{TKN}=2.44$，$K_{maxN}=2.81$，$K_f=f/f_N$，$K_L=P_2/P_N$，$K_{IKN}=I_{KN}/I_N$，$K_{TKN}=T_{KN}/T_N$，$K_{maxN}=T_{maxN}/T_N$，T_N—额定转矩。

表 9-7

项　目	估　算　公　式	$K_L=1$			$K_L=0.7$		
		$K_{acu}=1\%$	2 %	3 %	$K_{acu}=1\%$	2 %	3 %
负序电流与额定电流之比 I_{1-}/I_N	$I_{1-}/I_N=K_{IKN}K_{acu}$	0.0688	0.1367	0.2064	0.0688	0.1367	0.2064
总损耗 ΣP(W)	$\Sigma P=\left(1+\frac{0.8I_{1-}}{I_N}\right)^2 \times\frac{K_L^2}{K_u^2}\left[\left(\frac{1}{\eta_N}-1\right)P_N-P_0\right]+P_0$	2105	2227	2358	1758	1844	1935
效率 η (%)	$\eta=\frac{\Sigma P}{K_L P_N+\Sigma P}\times 100$	87.69	87.07	86.42	85.66	85.06	84.43

注：以Y160M2-2为例，380 V，△接。实测得：$P_N=15000$W，$I_N=28.5$A，$\eta_N=88.3\%$，$K_{IKN}=6.88$，$P_0=950$W。取$K_u=1$

计算，$K_{acu}=\frac{U_{max}-U_{min}}{U_{cp}}\times 100\%$。

9.5 异步电动机的外部结构型式及其选择

9.5.1 电动机的外部结构型式

异步电动机的外部结构型式按照外壳防护型式、通风方式、冷却方式分类。电机在设计制造时，考虑了各种场合的不同要求。从用户来说，应根据电机使用环境中，是否存在腐蚀性和起火、爆炸性危险，尘灰和粉尘的多少，温度和湿度的高低，水和油的侵入情况，选择合适的电机外部结构和型式。

Y系列电机的外壳防护结构型式有IP44、IP23和IP54、IP55等几种（见表9-8）。

表9-8 Y系列外壳防护分级

级别		要求
IP23		见表2-1
IP44		见表2-1
IP54	第一位数字	能完全防止触及机壳内带电或运动部分，能防止灰尘进入达到影响产品正常运转的程度
	第二位数字	见表2-1
IP55	第一位数	同IP54第一位数的要求
	第二位数字	防喷水，任何方向的喷水，对产品应无有害的影响

Y系列电机的冷却方式按GB1993-80的规定，分为IC0141、IC01两种，其含义见2.1.2。

Y系列电机的安装方式按GB997-81的规定，分为12种，其结构特点见表2-2。

9.5.2 电动机外部结构型式的选择

按不同的使用环境条件选择适当防护型式的Y系列电动机及专用系列电动机如表9-9所示。

如表9-9所示，在某些场所，Y(IP23)和Y(IP44)电动机可以并用，由于中心高160mm以下的异步电动机，Y(IP44)和

表 9-9

序号	使用环境条件	可选用的电动机系列
1	干燥、洁净的正常环境条件	Y(IP23)、Y(IP44)、YX、YD、YZC、YH、YCT、YCJ、YEP、YEJ、YR(IP44)、YR(IP23)、YZ(IP44)、YZR(IP44) 等系列
2	湿热带或潮湿场所	同1，但电机应进行防潮处理，具有相应的耐霉性能，电机型号应加上特殊环境代号TH
3	干热带或高温车间	同1，或采用干热带型（TA）电动机
4	水滴淋滴的场所	同1
5	粉尘较多的场所	除Y(IP23)和YR(IP23)外，其余同1，但应加强电机外壳的清扫，以免粉尘堆积
6	多粉尘特别热的场所	同5，但应适当降低电机的容量使用
7	户外露天场所，有轻腐蚀性化学介质	Y-W(IP54或IP55)
8	户外、有腐蚀性气体（中腐蚀性化学介质）	Y-WF1(IP54或IP55)
9	有中等和强腐蚀性化学介质的环境	中等腐蚀性环境，Y-F1 强腐蚀性环境，Y-F2 }(IP54或IP55)
10	有爆炸危险的场所	2类爆炸危险场所，YA 煤矿井下固定设备，YB(KB类) 石油、化工厂：YB(B2d，B3d类)
11	有火灾危险场所	防护等级为IP44以上的各种Y系列电动机
12	户外，有腐蚀性及爆炸性气体的场所	可由YB和Y-WF1组合而成的YBDF-WF型户外、防腐、防爆电动机，防护等级为IP54或IP55
13	潜水使用	YQS2系列

Y(IP23)的体积、重量和性能指标相同，故不设计制造IP23的防护等级，但中心高160mm及以上的Y系列电机，IP23的体积、重量比IP44大为减少，前者的造价只有后者的70%左右，因此在第1类使用场所应优先选用Y(IP23)系列。Y(IP23)和Y(IP24)的比较如表9-10和9-11所示。

表9-10　同机座号额定功率比较

机座号	2 极 Y(IP23)/ Y(IP44)	4 极 Y(IP23)/ Y(IP44)	6 极 Y(IP23)/ Y(IP44)	8 极 Y(IP23)/ Y(IP44)	10 极 Y(IP23)/ Y(IP44)
160M	15/15	11/11	7.5/7.5	5.5/5.5	
160L	22/18.5	18.5/15	11/11	7.5/7.5	
180M	30/22	22/18.5	15/11	11/7.5	
180L	37/—	30/22	18.5/15	15/11	
200L	55/37	45/30	30/22	22/15	
225M	75/45	55/45	37/30	30/22	
250M	110/55	90/55	55/37	45/30	
280S	—/75	110/75	75/45	55/37	
280M	132/90	132/90	90/55	75/37	
315S	185/110	160/110	110/75	90/55	55/45
315M	250/160	250/160	160/132	132/110	90/75

注：分子为Y(IP23)的功率(kW)；分母为Y(IP44)的功率(kW)。

从表9-10和9-11可见：

（1）2极IP23和IP44电机，两者的性能相当，但H180及以上机座，Y(IP23)比Y(IP44)高1～2级功率(同机座号)，显然选用Y(IP23)经济效益好。

（2）4极电机，Y(IP44)的效率比Y(IP23)普遍提高，其他性能相当，故选用时要综合考虑固定费用和运行费用，权衡利弊，合理选用。

（3）6、8极电机，Y(IP44)的效率比Y(IP23)略为提高，6极IP23的起动性能比IP44略优，可与4极电机一样，综合考虑后从优选择。

表9-11　同功率、同极数电机性能比较

功率 (kW)	2　极					4　极				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5.5										
7.5										
11						87.5/88	0.85/0.84	7.0/7.0	1.9/2.2	2.2/2.2
15	88/88.2	0.88/0.88	7.0/7.0	1.7/2.0	2.2/2.2	88/88.5	0.86/0.85	7.0/7.0	2.0/2.2	2.2/2.2
18.5	89/89	0.89/0.89	7.0/7.0	1.8/2.0	2.2/2.2	89/91	0.86/0.86	7.0/7.0	2.0/2.0	2.2/2.2
22	89.5/89	0.89/0.89	7.0/7.0	2.0/2.0	2.2/2.2	89.5/91.5	0.86/0.86	7.0/7.0	1.9/2.0	2.2/2.2
30	89.5/90	0.89/0.89	7.0/7.0	1.7/2.0	2.2/2.2	90.5/92.2	0.87/0.87	7.0/7.0	1.9/2.0	2.2/2.2
37	90.5/90.5	0.89/0.89	7.0/7.0	1.9/2.0	2.2/2.2	90.5/91.8	0.87/0.87	7.0/7.0	2.0/1.9	2.2/2.2
45	91/91.5	0.89/0.89	7.0/7.0	1.9/2.0	2.2/2.2	91.5/92.3	0.87/0.88	7.0/7.0	2.0/1.9	2.2/2.2
55	91.5/91.5	0.89/0.89	7.0/7.0	1.9/2.0	2.2/2.2	91.5/92.6	0.88/0.88	7.0/7.0	1.8/2.0	2.2/2.2
75	91.5/91.5	0.89/0.89	7.0/7.0	1.8/2.0	2.2/2.2	92/92.7	0.88/0.88	7.0/7.0	2.0/1.9	2.2/2.2
90	92/92	0.89/0.89	7.0/7.0	1.7/2.0	2.2/2.2	92.5/93.5	0.88/0.89	7.0/7.0	2.2/1.9	2.2/2.2

（续）

功率（kW）	6极					8极				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5.5						83.5/85	0.73/0.74	6.0/6.0	2.0/2.0	**2.0/2.0**
7.5	85/86	0.78/0.78	6.5/6.5	2.0/2.0	2.0/2.0	85/86	0.73/0.75	6.0/5.5	2.0/2.0	**2.0/2.0**
11	86.5/87	0.78/0.78	6.5/6.5	2.0/1.8	2.0/2.0	86.5/86.5	0.74/0.77	6.0/6.0	1.8/1.7	**2.0/2.0**
15	88/89.5	0.81/0.81	6.5/6.5	1.8/1.8	2.0/2.0	87.5/88	0.76/0.76	6.0/6.0	1.8/1.8	**2.0/2.0**
18.5	88.5/89.8	0.83/0.83	6.5/6.5	1.8/1.8	2.0/2.0	88.5/89.5	0.78/0.76	6.0/6.0	1.7/1.7	**2.0/2.0**
22	89/90.2	0.85/0.83	**6.5/6.5**	1.7/1.8	2.0/2.0	89/90	0.78/0.78	6.0/6.0	1.8/1.8	2.0/2.0
30	89.5/90.2	0.85/0.85	6.5/6.5	1.7/1.7	2.0/2.0	89.5/90.5	0.81/0.80	6.0/6.0	1.7/1.8	2.0/2.0
37	90.5/90.8	0.87/0.86	6.5/6.5	1.8/1.8	2.0/2.0	90/91	0.80/0.79	6.0/6.0	1.6/1.8	2.0/2.0
45	91/92	0.86/0.86	6.5/6.5	1.8/1.8	2.0/2.0	90.5/91.7	0.80/0.80	6.0/6.0	1.8/1.8	2.0/2.0
55	91/92	0.87/0.87	6.5/6.5	1.8/1.8	2.0/2.0	91/92	0.80/0.80	6.0/6.5	1.8/1.6	2.0/2.0
75	91.5/92.8	0.87/0.87	6.5/6.5	1.8/1.6	2.0/2.0	91.5/92.5	0.81/0.81	6.0/6.5	1.8/1.6	2.0/2.0
90	92/93.2	0.88/0.87	6.5/6.5	1.8/1.6	2.0/2.0					

注：1.表中性能数据取自产品技术条件规定值，分子为Y（IP23）数据，分母为Y（IP44）数据；

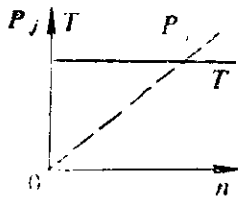
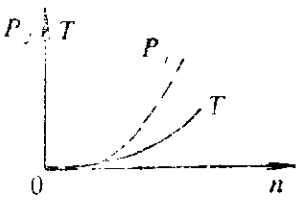
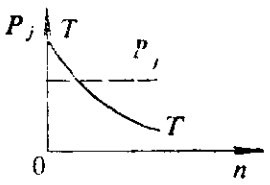
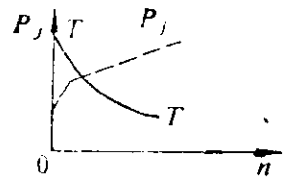
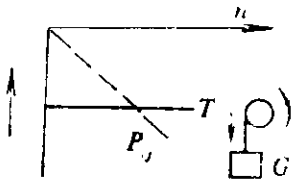
2.1—效率（%）；2—功率因数；3—堵转电流倍数；4—堵转转矩倍数；5—最大转矩倍数。

9.6 根据负载性质合理选择电机系列

9.6.1 典型负载的负载特性

典型负载的负载特性如表 9-12 所示。

表 9-12

负载特性		例	转矩(功率)—转速特性
恒转矩（反阻性恒转矩）	负载转矩 T 恒定或大致恒定，总是起反阻转矩作用，轴功率 P_j 与转速 n 成正比	轧钢机、造纸机、运输机、压缩机、印刷机、提升机等摩擦负载和动力负载	
风机、泵类负载（变转矩）	转矩与转速的平方成正比，因此转矩也随转速的平方递减，轴功率 P_j 近似与转速的立方成正比	流体负载，如风机，泵类	
恒功率	输出功率恒定或近似恒定，转矩与转速近似成反比	卷绕机和某些机床	
递减功率	输出功率随转速的减小而减小，转矩随转速的减小而增大	各类机床的主轴电动机	
负转矩	电动机由负载反向旋转形成工作转矩	电梯、提升机、起重机的重物下吊	
惯性体	电动机的转动惯量比负载的转动惯量小得多	离心分离机，高速鼓风机	

9.6.2 各类机械所需的起动转矩和最大转矩

各类机械配套的异步电动机，都应满足机械对起动转矩和最大转矩的要求，才能稳定、可靠地工作。表 9-13 列出了部分机械所需的起动转矩和最大转矩。

表 9-13[5]

类　型	机　械	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩
1.冶金业	轧机		
	（1）粗轧机、钢板轧机、扩管轧机	0.4	2.4～3.6
	（2）线材轧机	1.0	2.2
	（3）黄铜及钢加工轧机	1.5	2.2
	（4）其他各种轧机	0.4～0.6	2.2
2.造纸机械	（1）搅拌器（标准）、粉碎机、连续型液压浆料	1.25	1.4
	（2）粉碎机（空载起动）		
	1）碾磨机和排气风扇（共用电动机）	1.05	1.6
	2）碾磨机（单独驱动）	1.75	1.5
	（3）搅拌器（粉碎机）	1.25	1.8
	（4）卷纸机（空载起动）	0.6	2.2
	（5）其他造纸机械	0.4～0.5	1.4
3.水泥机械	管磨机（球磨机）	1.4	1.6
4.各种粉碎机（除碎铁机之外）	（1）谷物碾磨机	1.0	1.6
	（2）球磨机（煤、岩石）	1.4	1.6
	（3）球磨机（矿石）	1.5	1.6
	（4）带式碾磨机	0.4	2.2
	（5）球磨机（碎煤，空载起动）		
	1）共用电动机（碾磨机和排气风扇）	0.9	1.4
	2）单独驱动（碾磨机）	1.4	2.2
	（6）碎矿机（空载起动）	1.4	2.2
	（7）圆锥式破碎机（空载起动）	1.0	2.2
	（8）回转破碎机（空载起动）	1.0	2.2
	（9）爪式破碎机（空载起动）	1.5	2.2
	（10）滚筒式破碎机（空载起动）	1.5	2.2
	（11）锤碎机（空载起动）	1.0	2.2
	（12）地面破碎机	1.75	1.3
	（13）棒磨机（矿石）	1.6	1.6

（续）

类　型	机　械	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩
5.木工机械	各类木工机械，如各种锯用	0.4～0.6	2.2
6.鼓风机	各种鼓风机	0.3～0.4	1.3～1.5
7.空气压缩机	各种空气压缩机	0.3～0.6	1.0～1.5
8.泵类	（1）无分流的三筒式往复泵	1.5	1.5
	（2）其他各类泵	0.4～0.6	1.5
9.发电机组	（1）150kW以上的直流发电机组	0.2	2.0
	（2）其他发电机组	0.2	1.5
10.煤矿机械	（1）采煤机	1.8～2.5	2～2.7
	（2）装载机	2～2.8	2.8
	（3）运输机	1.6～2.0	1.8～2.2
11.其他机械	（1）密闭式混练机	1.25	2.2～2.5
	（2）橡胶磨机	1.25	2.2～2.5
	（3）整形机	1.25	2.2～2.5

9.6.3　根据配套机械的负载性质选择异步电动机

（1）配套机械要求电机的效率高、转差小，如何选择Y系列电动机

这类负载性质、对配套电机的要求、设备类型和Y系列电机选择，如表9-14所示。

表　9-14[12]

负载性质及要求	设备类型	对电机的要求	电机系列选择
一、轻起动 各种转矩与额定转矩之比为： 堵转转矩 0.2～0.4 最小转矩 0.1～0.25 最大转矩 1.3～1.5	1.离心式、透平式、螺旋桨式风机、压缩机、风扇和泵类，液体搅拌机，电动发电机组	小的转差率、高的效率	Y(IP44)、Y(IP23)、YX、YLB、YD、Y-H、Y-W、Y-F、YA、YB
		起动电流小 转差率小	Y(IP44)、Y(IP23)、YX或YR
	2.小型机床（要求频繁堵转或正反转的进刀传动，采用力矩电动机）	转差率小	Y(IP44)、Y(IP23)、YD、YZC

（续）

负载性质及要求	设备类型	对电机的要求	电机系列选择
二、中等起动，也可空载起动 各种转矩与额定转矩之比为： 堵转转矩： 0.4～0.7 最小转矩： 0.2～0.5 最大转矩： 1.3～1.5	输送机、轴传动、粉末搅拌器、纸浆磨、正压排量式旋转或往复泵和压缩机（空载起动）	转差率小	Y(IP44)、Y(IP23)、YX
		起动电流小 转差率小	YR，其他同上
三、重起动 1.带负载起动 2.各种转矩与额定转矩之比为： 堵转转矩： 1.0～1.5 最小转矩： 0.7～1.25 最大转矩： 1.3～1.75	大圆锯、大输送机轴传动（面粉、纸浆、橡胶和金属碾轧设备的轴传动和搅拌机传动） 正压排量式旋转或往复泵和压缩机	1.高的起动转矩 2.转差率小	Y(IP44)、Y(IP23)、Y-H、YA、YB、Y-W、Y-F
		1.最小的起动电流 2.高的起动转矩 3.转差小	YR
四、大的峰值负载 1.带负载起动（粉碎机除外） 2.最大转矩脉动 3.各种转矩与额定转矩之比为： 堵转转矩： 0.65～2.0 最小转矩： 0.5～1.75 最大转矩： 2～2.5	面粉、纸浆、橡胶和金属碾轧设备； 轴传动（橡胶、面粉）；轧机和搅拌机（橡胶、塑料）；金属滚轧机；旋转真空泵（纸）；粉碎机（不带负载起动）；磨凿机械；挤压机（无飞轮）；锤式碎矿机	1.高的起动转矩 2.小的转差率 3.有时要求大的堵转转矩	Y(IP44)、Y(IP23)、YCJ
		1.最小的起动电流 2.大的起动转矩 3.小的转差率	YR

（2）要求转差率高的机械，如何选择Y系列电动机

这类机械或者要求频繁起动和正反转，或者起动惯量大，或者带有飞轮。这类设备对电机的要求和Y系列电机的选择，如表9-15所示。

（3）各类机械负载性质及Y系列电机选用一览表（表9-16）

表 9-15[12]

负载性质和要求	设备类型	对电机的要求	电机系列选择
一、起重机 1.频繁起动和正反转 2.满载起动 3.断续工作	提升机	1.低的起动电流，高的起动转矩 2.平静运行	YZ（希望转差率为15～20%） YH
	小型吊车和起重机	要求同上，转速可调	YZR
		1.低的起动电流，高的起动转矩 2.短时定额	YZ（转差率要求为15～20%） YH
	大型工业吊车和起重机	调速	YZR
二、堵转和正反转 1.频繁起动和正反转 2.轻载起动 3.连续工作	自动机床，要求频繁正反转的主轴传动（进刀传动见本表五、3）	电机应满足机床的有关要求	YH（转差要求为5～8%，8～13%和13～20%） YR
三、起动惯量大 1.不经常或不频繁起动 2.负载惯量大 3.连续工作	离心机 分离机 转炉（窑）	1.加速时间长 2.低的起动电流	YH（要求转差率为5～20%） YR Y(IP44)、Y(IP23)

（续）

负载性质及要求	设备类型	对电机的要求	电机系列选择
四、飞轮传动 1.负载转矩以特定的频率或最小周期急剧脉动 2.不经常或不频繁起动 3.连续或断续工作	带飞轮的机械或冲床	1.要有足够大的转差率，允许飞轮减速，电机不过载 2.在负载冲程之间，电动机必须加速飞轮	Y(IP44)、Y(IP23)（冲次≥40次/min） YR（调速） YH（要求转差率为5～8%或8～13%）
五、力矩传动 1.堵转工作 2.从堵转到满速，转矩与转速成反比 3.频繁起动、停动和加速	电机长时堵转； 静态传动或联动传动装置； 电机断续堵转； 夹钳或螺旋传动装置 限位旋转传动如阀门操作	1.在规定的时间内电机堵转不过热 2.有大的堵转转矩	YLJ(JLJ)力矩电机 YDF阀门用电机
	电机偶尔堵转 卷绕机传动和制动	转矩—转速特性为直线 制动转矩—转速为直线	YLJ（要求传差率为5～20%）
	快速换位、进给和换刀具	大的起动转矩 小的起动电流	YLJ（要求转差率为20～50%）

注：YH为断续工作制（S3），也可作S6使用，转差率为7～13%。

表 9-16[12]

机械名称	负载性质	电机系列
液体搅拌机	VT	① ② ⑭～⑯ ⑦ ⑧
碾磨机	CT	① ② ⑭～⑯ ⑦ ⑧
球磨机	d	① ② ⑭～⑯ ⑦～⑨
密闭式搅拌机	d、e	① ② ⑭～⑯ ⑦～⑨
带式碾磨机	d	① ② ⑭～⑯ ⑦～⑨
大带锯	d	① ⑭

（续）

机械名称	负载性质	电机系列
小带锯	d	① ⑭
筒式磨磨机	d	① ② ⑭～⑯ ⑦ ⑧
打浆机	CT	① ② ⑭
粉碎机	d	① ② ⑭～⑯ ⑦ ⑧
皮带运输机	CT	① ② ⑭～⑯ ⑦ ⑧
带飞轮弯轧机	d	⑥
不带飞轮弯轧机	CH	① ② ⑭ ⑩
鼓风机	VT	①～④，⑭～⑰ ⑦ ⑧
镗床	CT	① ② ④ ⑤
枪管镗床	CH	① ② ④ ⑤
坐标镗床	CT	① ② ④ ⑤
制瓶机	CT	① ② ⑭
制动传动机构	h	⑳
破碎机	d	① ② ⑭～⑯ ⑦～⑨
压砖机	CT	① ② ⑩ ⑭
盐水搅拌机	CT	① ⑮ ⑯ ⑭
压煤机	CT	①、⑥～⑧、⑭
自动拉削机	CT	⑥
小拉削机	CT	① ② ⑭
大吊斗运输机	CT	① ② ⑭～⑯ ⑦～⑨
小吊斗运输机	CT	① ② ⑭～⑯ ⑦～⑨
汽车拆轮机(大)	CH	⑥
(小)	CH	① ② ⑭
空气压缩机	VT	①～④，⑭～⑰ ⑦ ⑧
电风扇	VT	①～④，⑭～⑰ ⑦ ⑧
泵类	VT	①～④，⑭～⑰ ⑦ ⑧
离心机	d	⑥ ⑭
充电飞轮	d	⑥ ⑭
煤渣粉碎机	d、f	⑥ ⑭
大圆锯	d	① ⑭
小圆锯	d	① ⑭
离心式压缩机	VT、i	①～④，⑭～⑰ ⑦ ⑧
带负载往复式压缩机	CT	
不带载往复式压缩机	CT	
旋转式压缩机	CT	

（续）

机械名称	负载性质	电机系列
大型带负载运输机	CT	① ② ④ ⑦ ⑧ ⑭～⑰
筛式运输机	d，n	
小型运输机	CT	
碎棉机	CT	① ④ ⑭
带飞轮破碎机	d	⑥ ⑭
自动压钻	CT，g	⑥ ⑭
小压钻	CT	① ② ④
环形搅拌器	CH	① ② ⑭～⑰
吊桥	CT	⑥ ⑱ ⑭
滚筒干燥机	d	⑥ ⑭
轧边机	d	③ ② ①
电动扶梯	d	① ② ④ ⑱
提升机	CT	⑱ ⑩ ⑪
脱水机	CT	⑥ ⑭
糖分离机	P	特殊设计
挤压机（橡胶）	d	① ② ④ ⑭
机床进刀机构	CT	⑳
带飞轮的设备		
破碎机	d	⑥ ⑭
金属加工机床	d	⑥ ⑭
油田泵	d	⑥ ⑭
冲床	d	⑥ ⑭
压片机	d	⑥ ⑭
强迫通风电扇	VT	①～④ ⑦～⑨ ⑭～⑰
铸件抛光机	CT	①
振动筛	d	① ⑭
插齿机	CT	① ② ④ ⑭
金属磨床	CT	① ② ④
纸浆磨	e	① ② ④ ⑭
不带载锤碎机	CT	① ② ④ ⑭
大吊车	d	⑱
小吊车	CT	⑱ ⑥ ⑩ ⑪
液压纸浆	d	① ② ⑭
机床换位机构	CT	⑳
工业风扇	VT	①～④ ⑦，⑧ ⑭～⑰
内部搅拌器（碾胶用）	d	① ② ⑭

（续）

机械名称	负载性质	电机系列
印刷机	CT	①～④ ⑭
细木工加工机	CT	①
卷纸机	CT	① ② ⑨
铣键槽机	CT	① ② ③ ④
大转炉（窑）	d	⑥ ⑭
小转炉（窑）	d	① ② ⑭
搅揉机	CH	① ②
自动车床	CT	⑥ ⑭
车床进刀机构	CT	⑥
其他车床	CT，CH	①～④
分离式洗衣机	CT	⑭ ① ② ⑥
熨衣机	CT	① ②
洗衣机	CT	① ②
静止驱动装置	h	⑳
总轴传动：		
带负载	d	
不带负载	d	① ② ⑭
碾胶机总轴	d	① ② ⑭
织布机：		
有离合器	d	①～④
无离合器	d	①～④
机床：		
自动机床	CT	⑥
进刀机构	CT	⑥
换位机构	CT	⑥
一般机床	CT，CH	①～④ ⑩ ⑪
碎肉机	CT	① ②
液体混合器	CT	① ② ⑮ ⑯ ④
粉末混合器	CH	① ② ⑮ ⑯ ④
半固体混合器	CH	① ② ④ ⑮ ⑯
电动发电机组	CT	①～③
研磨机	CT	①～④ ⑨ ⑭～⑯
液态浆搅拌机	CT	① ② ④ ⑨ ⑭ ⑩
半固态浆搅拌机	CH	① ② ④ ⑨ ⑭ ⑩
盘式研磨机	CT	① ② ④ ⑨ ⑭ ⑩
压片机	d	① ② ⑭

（续）

机械名称	负载性质	电机系列
刨床	CT	①～④
注塑机		① ② ⑭ ⑧
自动抛光机	CT	① ②
定位电机	h	⑳
带飞轮的动力锤	d	⑥ ⑭
螺旋桨风扇	VT	①～④ ⑦ ⑧ ⑭～⑰
螺旋桨泵	VT	①～④ ⑦ ⑧ ⑭～⑰
拌泥机	CH	① ② ⑭ ⑮
小型磨纸浆机	CT	① ②
不带飞轮的小冲床	CH	① ②
带飞轮的铆接机	CH	⑥ ⑭
不带飞轮铆接机	CH	① ②
棒轧机	CT	① ② ⑩ ⑨
有色金属轧机	d	① ② ⑩ ⑨
轧钢机	m	① ⑭ ⑩ ⑥
离心混沙机	d	① ② ⑭
撒砂器	CT	① ②
框锯，修木锯	d	①
筛	d	①
螺旋传动机构	h	⑳
螺旋运输机	CT	① ② ④ ⑦ ⑧ ⑭ ⑰
液态螺旋搅拌器	CT	① ② ④ ⑭～⑰ ⑨
半固态螺旋搅拌器	CH	① ② ④ ⑭～⑰
振动式运输机	d	① ② ④ ⑦ ⑧ ⑭～⑰
大挖掘机	k	⑱
小挖掘机	CH	⑱ ⑥
大型加煤机	CT	① ⑦ ⑧ ⑭
小型加煤机	CT	① ⑦ ⑧ ⑭
锤锻机	d	① ② ⑥
制砖机	CT	① ② ⑮
轧管机	CT	① ② ⑭ ⑩
滚筒研磨机	CT	① ② ⑩ ⑭
滚筒抛光机	CT	① ② ⑭
转台	CT	① ②
真空泵	CT	① ②
振动筛	d	① ②

（续）

机械名称	负载性质	电机系列
绞车	CH	① ② ⑦ ⑧ ⑭～⑰
卷绕机	CT	⑳ ⑨
纸浆搅拌器	d	① ② ⑭
水泥研磨机	m	⑥ ⑭
夹紧传动机构	h	⑳
电动阀门		⑲

注：CT—恒转矩；VT—变转矩；CH—恒功率；d—单速或要求变速；e—有扭振和脉冲转矩，电机应加固、采用特殊绝缘或密封；f—要求频繁起动和正反转；g—高速轻削、低速重削、频繁起动和正反转；h—不用多速电机；i—低起动电流，大的加速时间；m—单独驱动，要求最大转矩为额定转矩的2.5～3.5倍，起动转矩为额定转矩的1.0～3.5倍；n—要求高的加速转矩；p—特殊设计。

电机系列代号：①—Y(IP44)；②—Y(IP23)；③—YX；④—YD；⑤—YZC；⑥—YH；⑦—YA；⑧—YB；⑨—YCT；⑩—YCJ；⑪—YEP；⑫—YEJ；⑬—YLB；⑭—YR；⑮—Y-W；⑯—Y-F；⑰—Y-H；⑱—YZ，YZR；⑲—YDF；⑳—YLJ。

9.7 异步电动机转速的选择

9.7.1 中、高转速机械如何选用Y系列电动机

中、高速机械是指机械的转速大于1000 r/min及以上的机械，如泵类、风机、压缩机……等，宜选用相应转速的Y系列电动机，如Y(IP44)、Y(IP23)、YX、YA、YB、Y-H、Y-F、Y-W等系列，电机直接与机械连接。

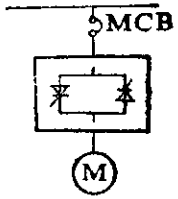
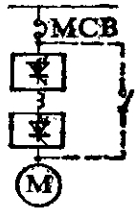
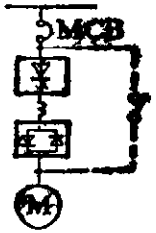
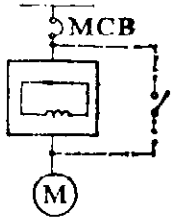
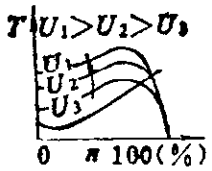
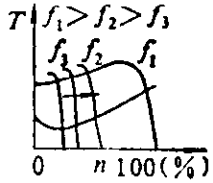
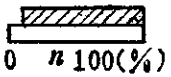
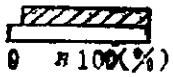
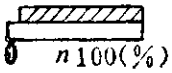
9.7.2 不调速的低速机械如何选用Y系列电动机

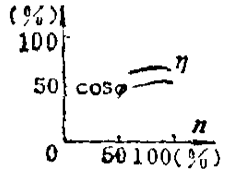
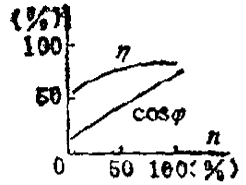
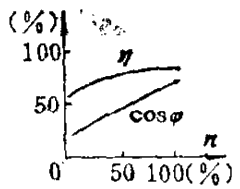
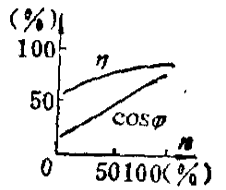
这类机械运行转速低，但不需调速，如球磨机、旋转炉(窑)、轧机等，可选用YCJ、YXJ或其他Y系列电机（通过减速机与机械联接）。某些低速断续周期工作制的机械，宜采用低速电机与机械直接连接。

9.7.3 频繁起、制动的断续周期工作制机械如何选择Y系列电动机

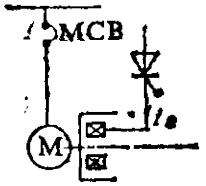
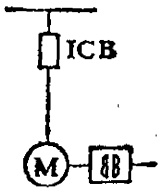
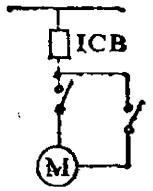
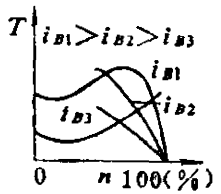
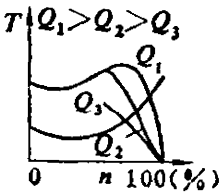
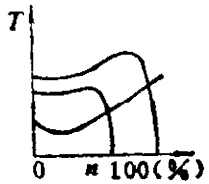
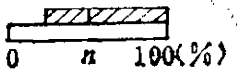
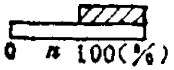
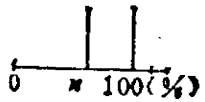
这类机械如提升机等，工作速度较低，经常正、反转，为了缩

表9-17　笼型异步电动机各种调速方式比较

比较项目 \ 控制方式	定子调压调速	定子调压调频调速		
	硅晶闸管控制	电流型逆变器	电压型逆变器	双向变频器
结构图				
转矩特性	 U—电压	 T—转矩	 n—速度	 f—频率
调速范围运行图				
优点	1.一次投资较小 2.可“软起动” 3.可无级调速 4.快速性好	1.全范围无级调速 2.容易在现有设备上改制 3.可以群控，再生制动容易	1.全范围无级调速 2.容易在现有设备上改制 3.可以群控，再生制动容易	1.全范围无级调速 2.可再生制动

缺　　点	1.随转速下调，η、$\cos\varphi$下降	1.全范围调速，逆变器容量大，低速区$\cos\varphi$下降	1.全范围调速，逆变器容量大，低速区$\cos\varphi$下降	1.全范围调速，逆变器容量大，低速区$\cos\varphi$下降 2.存在最高速度限值
注　意　事　项	1.要测速设备	1.转矩脉动，轴振动和超速时的机械强度	1.转矩脉动，轴振动和超速时的机械强度	1.转矩脉动，轴振动和超速时的机械强度
调　速　范　围	70～100%	0～100%	0～100%	0～100%
效率：η 功率因数：$\cos\varphi$				
调　速　精　度	±2%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
推荐适用的功率、电压	小功率 低压	大、中小功率 高压、低压	大、中小功率 高压、低压	中小功率 低压、高压
节　能　效　果	中	大	大	大
维　护　性	优	优（良）	优（良）	优（良）
适　用　范　围	起重机，泵，风机	辊道，泵，鼓风机	纺织机械的部分传动	纺织机械的部分传动

（续）

比较项目 \ 控制方式	其他方式		
	电磁离合器	流体离合器	变极
结构图			
转矩特性	 i_B—励磁电流	 Q—油量	
调速范围运行图			
优点	1.结构简单 2.可无级调速	1.结构简单 2.可无级调速	1.结构简单

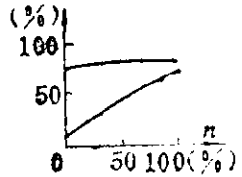
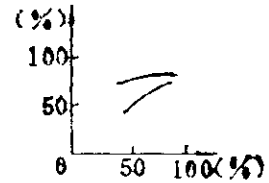
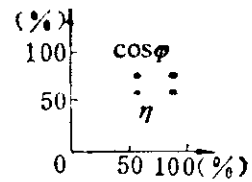
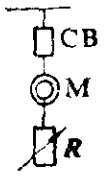
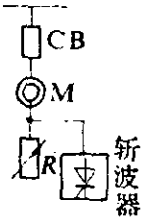
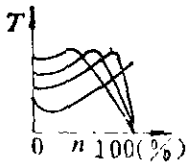
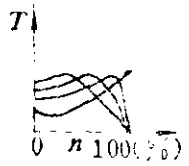
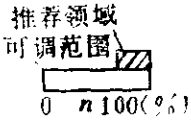
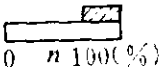
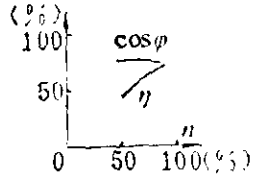
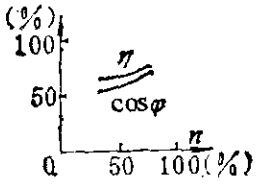
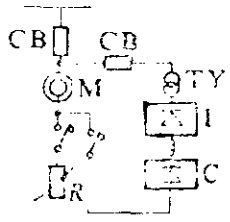
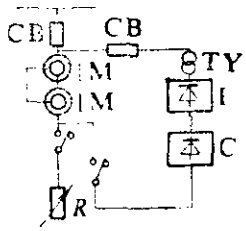
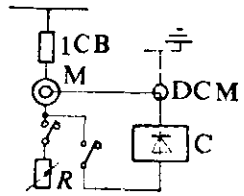
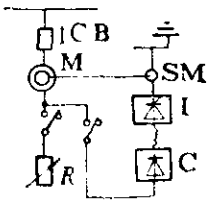
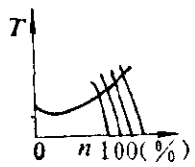
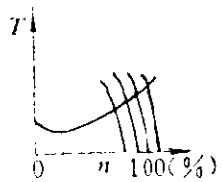
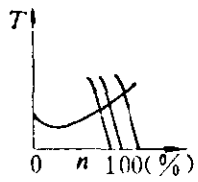
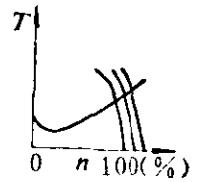
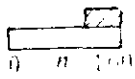
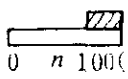
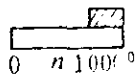
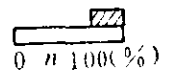
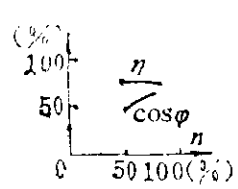
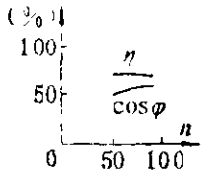
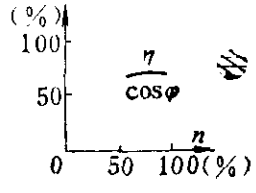
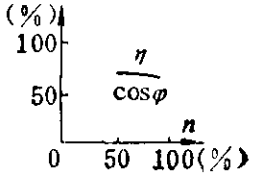
缺　　点	1.适于小功率 2.速度下降，效率随之下降	1.速度下降，效率随之下降	1.不能无级调速 2.不能频繁变极变速
注 意 事 项	1.要改变基础尺寸 2.要测速设备	1.要改变基础尺寸 2.要测速设备	
调 速 范 围	10～100%	50～100%	4/6，6/8…
效率：η 功率因数：$\cos\varphi$			
调 速 精 度	± 2 %	± 1 %	—
推荐的适用 功率，电压	小功率 低压	大、中小功率 低压、高压	中小功率 低压、高压
节 能 效 果	中	中	中
维　护　性	优	良	良
适 用 范 围	泵、风机、挤压机、印染、造纸、塑料电线电缆卷绕	大惯量机械	机床、矿山、冶金、纺织、电梯

表9-18 绕线转子电动机

比较项目 \ 控制方式	控制转子电阻调速	
	电阻控制	斩波控制
结构图		
转矩特性		
调速范围运行图		
优点	1.结构简单 2.一次投资小	1.结构比较简单 2.可无级调速
缺点	1.调速精度差	1.随速度下降、效率下降
注意事项	1.要改造电刷和滑环 2.要测速设备	1.要改造电刷和滑环 2.要测速设备
调速范围	65～100%	65～100%
效率：η 功率因数：$\cos\varphi$		
调速精度	±5%	±1%
推荐适用的功率和电压	中小功率 低压、高压	中小功率 低压、高压
节能效果	中	中
维护性	可	良
适用范围	泵、风机 空气压缩机	泵、风机 空气压缩机

各种调速方式比较

串级调速 Scherbius 方式		Kraemer方式	
一　般	无　刷	一　般	无换向器
 I—逆变器	 C—整流器		
			
			
1.可无级调速 2.在调速范围内效率好	1.可无级调速 2.无滑环，无电刷、维护方便	1.可无级调速 2.在调速范围内效率好 3.向电源回馈的谐波少	1.可无级调速 2.在调速范围内效率好 3.向电源回馈的谐波少
1.若调速范围大，则变换器容量大，价昂	1.若调速范围大，则变换器容量大，价昂 2.电动机系的全轴长较长	1.电动机系的全轴长较长 2.有电刷和换向器，维护不便	1.电动机系的全轴长较长
1.要改造电刷和滑环 2.要测速设备	不适用现有设备改造	不适用现有设备改造	不适用现有设备改造
70～100%	70～100%	70～150%	70～100%
			
±1%	±1%	±1%	±1%
大、中小功率 低压、高压	大、中小功率 低压、高压	大、中小功率 低压、高压	大、中小功率 低压、高压
大	大	大	大
良	优	可	良
泵、风机	泵、风机	泵、风机	泵、风机

短正、反转过渡时间，提高生产效率、降低损耗、并降低噪声、节省投资，选择电机时，除保证机械所需的最高稳定工作速度之外，还应选择最合适的传动比（i_j）。i_j 为：

$$i_j \approx \sqrt{\frac{GD_L^2}{GD_e^2}} = \frac{n_N}{n_L}$$

式中 GD_e^2——电动机（包括电动机轴上的传动装置）的转动惯量（kg·m²）；

n_N——电动机的额定转速（r/min）；

GD_L^2——生产机械在机械轴上的转动惯量（kg·m²）；

n_L——机械轴转速（r/min）。

这类机械可选择YZ、YZR、YH、YEP和YEJ系列电动机。

9.7.4 需要调速的连续工作机械，如何选择Y系列电动机

（1）调速范围要与机械的要求相符

在电动机承受额定负载下，转差率不大于某一规定值时，电动机能提供的最高工作转速（n_{max}）和最低工作转速（n_{min}）之比，称为调速范围，或称为调速比（D）。

$$D = \frac{n_{max}}{n_{min}}$$

不同的生产机械对调速范围的要求是不同的，如金属切削机床随其任务不同，要求D = 4～40，其中车床10～20，铣床20～30，龙门刨10～40。其他机械，如印染机D = 3～10，造纸机、塑料生产机3～20，轧钢机3～120。某些空气压缩机和泵，要求调速改变流量，节约用电，D＜2。

（2）调速精度应满足机械的静转差率要求

不同的生产机械对静转差率（s）要求不同，如普通车床s ≤30%，而高精度的造纸机s ≤0.1%。大部分机械的s ≈1～3%。

（3）调速方式要与生产机械的负载类型相符合，如恒转矩负载不宜用恒功率调速方案，要求无级调速的，不宜采用变极调

速，可用有级调速的，则不必采用无级调速。

（4）异步电动机的调速方式及其比较

异步电动机的转速 n 为：

$$n = \frac{120f}{p}(1-s)$$

式中 f ——电源频率；

p ——电机的极数；

s ——电机的转差率。

因此，设法改变 s 、f 和 p，均可达到调速的目的。

1）改变转差率调速：绕线转子异步电动机的串级调速、控制转子电阻调速、笼型异步电动机的调压调速和电磁转差离合器调速。

2）改变频率调速——变频调速。

3）改变极数调速——变极多速电动机。

异步电动机各种调速方式比较如表 9-17、9-18。

9.8 异步电动机功率的选择

9.8.1 电动机功率选择的前提及初步计算方法

首先要查明电机配套的生产机械负载变化的规律，通过计算（或通过实测对比），绘出生产机械静阻负载图 $T_L = f(t)$ 或 $P_j = f(t)$（转矩与时间或轴功率与时间的关系）。负载图是千变万化的，在计算电动机功率时，应大致确定电动机在何种工作制下工作，然后按相应的工作制，合理选择电动机的额定功率。

表 9-19 列出了初算异步电动机轴功率的常用公式[1]。

在选择电动机时，应从生产机械所需的负载图和工作制中，选取最繁重的条件来计算功率，并校验电机的发热、最小转矩、允许的最大转动惯量和过载转矩。

电机的发热校验，详见 9.8.3 节。

电动机的最小起动转矩 T_{min} 应符合下列条件：

$$T_{min} \geqslant T_{f\,max} K_s / K_u^2 \quad (\mathrm{N \cdot m}) \qquad (9\text{-}4)$$

表 9-19

名　称	公　式	符号及单位
1.功率	$P_j=\frac{Tn}{9555}$　$P_j=\frac{Fv}{\eta}\times10^{-3}$	P_j—电动机轴功率(kW) T—电动机转矩(N·m) n—电动机转速(r/min) F—作用到物体上的力(N) v—物体运动的速度(m/s) E—物体运动的动能(J) m—运动物体的质量(kg) J—惯量($kg.m^2$) ω—旋转角速度(rad/s) T_L—摩擦静阻转矩(N·m) G—物体的重量(kg) μ—滑动摩擦系数(见表9-20) ρ—滚动摩擦系数(见表9-21)
2.运动物体的动能	$E=\frac{1}{2}mv^2$　$E=\frac{1}{2}J\omega^2$ $\omega=\frac{\pi n}{30}$	
3.转矩 （1）滑动摩擦的静阻转矩 （2）滚动摩擦的静阻转矩 （3）折算到电动机轴上的静阻转矩	$T_L=G\mu\frac{d_j}{2}\times10^{-2}$ $T_L=G\rho\times10^{-2}$ $T'=\frac{T_Ln_L}{\eta n}$	
4.折算到电动机轴上的转动惯量	$GD_c^2=GD_L^2\left(\frac{n_L}{n}\right)^2$ $J=J_L\left(\frac{n_L}{n}\right)^2$ $J=\frac{GD_c^2}{4g}$	d_j—轴颈直径(cm) T'—折算到电动机轴上的静阻转矩(N·m) g—重力加速度(m/s^2)
5.电动机起、制动(或加速、减速)时间 （1）动态转矩恒定下 1）起动时间t_s 2）制动时间t_b （2）动态转矩线性变化时 1）起动时间t_s 2）制动时间t_b	（1）$t_s=\frac{\Sigma GD^2(n_2-n_1)}{375T_d}$ $t_b=\frac{\Sigma GD^2(n_1-n_2)}{375(-T_d)}$ $T_d=T-T_L$ $-T_d=-(T+T_L)$ （2）$t_s=\frac{\Sigma GD^2(n_2-n_1)}{375(T_1-T_2)}\times\ln\frac{T_1-T_L}{T_2-T_L}$ $t_b=\frac{\Sigma GD^2(n_2-n_1)}{375(T_1-T_2)}\times\ln\frac{T_1+T_L}{T_2+T_L}$	n_L—机械轴的转速(r/min) η—机械传动系统的总效率(表9-22) GD_c^2—折算到电动机轴上的转动惯量($N\cdot m^2$) GD_L^2—机械轴上的转动惯量($kg\cdot m^2$) J—折算到电动机轴上的惯量($kg\cdot m^2$) J_L—机械轴上的惯量($kg\cdot m^2$) t_s—起动(加速)时间(s) t_b—制动(减速)时间(s)

（续）

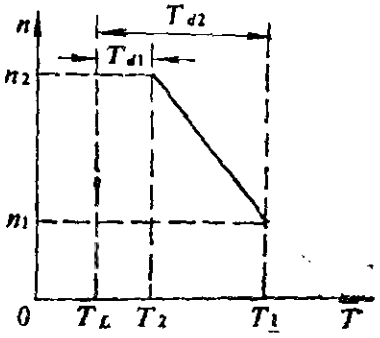
名　称	公　式	符号及单位
（3）动态转矩非恒定，且非线性时 1）起动时间t_s 2）制动时间t_b	（3）$t_s=\frac{\Sigma GD^2}{375}\int_{n_1}^{n_2}\frac{dn}{T_d}$ （加速时，$T_d>0$） $t_b=\frac{\Sigma GD^2}{375}\int_{n_2}^{n_1}\frac{dn}{T_d}$ （减速时，$T_d<0$）	T_d—加（减）速的动态转矩（N·m） ΣGD^2—电动机轴上的总转动惯量（kg·m²） s—行程（m） n_1, n_2—转速（$n_2>n_1$）（r/min）
6.行程（s） 动态转矩恒定时，加减速过程电动机的行程	$s=\frac{GD^2(n_2^2-n_1^2)}{45000T_d}$	

表9-20　滑动摩擦系数

接触物体	滑动摩擦系数	
	静止的μ_0	运动中μ
轮缘与钢轨间		
（1）起动时	0.20	
（2）速度$v=5$ m/s运动时		0.15
钢锭与钢制辊子间		
（1）热金属	0.3～0.25	
（2）冷金属	0.15	
滑动轴承		
（1）热轧机带有金属轴衬		0.07～0.10
（2）冷轧机带有金属轴衬		0.05～0.07
（3）带有木质塑料制轴衬		0.01～0.03
（4）液体摩擦系数		0.003～0.005
（5）青铜对青铜	0.11	0.06
（6）铁对铁	0.11	0.08～0.01
（7）钢对青铜	0.105	0.09
（8）生铁对青铜	0.15～0.2	0.07～0.08
滚动轴承（有润滑时）		
（1）减速机		0.005
（2）吊车车轮		0.008
（3）辊道辊子与热金属		0.015
（4）辊道辊子与冷金属		0.010

表9-21 滚动摩擦系数表

辊子轮子或车轮型式	滚动摩擦系数 ρ (cm)
车轮与钢轨间（起重机大车行走等）	
（1）车轮加工良好	0.08～0.05
（2）车轮粗加工	0.10
（3）平均值	0.08
铁路轮对	0.025～0.015
滚动轴承中的滚柱和滚珠	0.001～0.003
辊道的辊子在运输过程中：	
（1）900～1200℃热钢锭包覆一层厚氧化铁皮	0.25
（2）冷钢锭，包覆氧化铁皮	0.20
（3）500～1000℃的轧件	0.15
（4）冷轧件	0.10
汽车轮胎	
（1）对沥青路面	0.25
（2）对土路面	1.0～1.5

表9-22 机械传动效率平均值

传动装置	效率 η	传动装置	效率 η
齿轮传动（圆锥形、圆柱形、伞形）一般数据	0.96～0.98	钢绳传动	0.90
圆柱形齿轮传动		皮带传动	0.94～0.98
（1）磨制过的正齿轮	0.99		
（2）车削加工的正齿轮	0.98	三角皮带传动	0.90
（3）粗加工的正齿轮	0.96		
（4）人字齿轮	0.985	绳索及链条卷筒（包括支座的摩擦损耗）	0.96
伞齿轮减速机	0.97～0.98	绳索及链条滑车（包括支座的摩擦损耗）	0.94～0.96
链条传动	0.98	复式滑车（包括支座的摩擦损耗）	0.92～0.98
摩擦传动	0.7～0.8	支座轴颈	
蜗轮传动（$\mu=0.1$）		（1）滚动轴承	0.99
（1）螺纹角为4°～6°	0.41	（2）滑动轴承	0.97
（2）螺纹角为8°～10°	0.55	（3）滑动轴承但润滑不良	0.94
（3）螺纹角为15°～20°	0.66	（4）带油环润滑	0.98

式中 $T_{L\,max}$——起动过程中可能出现的最大负载转矩(N·m)；

K_s——保证起动时有足够的加速转矩所采用的系数，$K_s=1.15\sim1.25$；

K_u——电压波动系数，起动时电动机端电压与额定电压之比，全压起动时，对于Y系列电动机，$K_u=0.95\sim0.85$，(大功率电机取小值，小功率电机取大值)。

对于重起动的生产机械，在选用Y系列电动机，更应注意起动过程中最小转矩的校验。

电动机允许的最大转动惯量 GD^2_{xm} 为：

$$GD^2_{xm}=GD^2_0(1-T_{L\,max}/T_{sav}K^2_u)-GD^2 \quad (kg\cdot m^2) \qquad (9-5)$$

校验时，$GD^2_{xm}\geqslant GD^2_{mec}$

式中 GD^2_{mec}——折算到电动机轴上的传动机械的最大转动惯量 $kg\cdot m^2$；

GD^2_0——包括电动机在内的整个传动系统允许的最大转动惯量($kg\cdot m^2$)，由制造厂提供的资料查取；

GD^2——电动机转子的转动惯量 ($kg\cdot m^2$)；

T_{sav}——电动机的平均起动转矩 (N·m)，

对于一般笼型电动机 (Y(IP44)、Y(IP23)等)：

$$T_{sav}=0.45\sim0.5(T_K+T_{max}) \qquad (9-6)$$

对于冶金起重型笼型电动机 (YZ)：

$$T_{sav}=0.9T_K \qquad (9-7)$$

对于冶金起重型绕线转子电动机 (YZR)：

$$T_{sav}=1.0\sim3.0T_{N0.25} \qquad (9-8)$$

式中 T_K——堵转转矩 (N·m)；

T_{max}——最大转矩 (N·m)；

$T_{N0.25}$——当负载持续率 $FC=25\%$时的额定转矩 (N·m)。

电动机最大转矩 T_{max}应符合下列校验条件，即：

$$T_N\geqslant T_{L\,max}/0.9K^2_uK_m \quad (N\cdot m) \qquad (9-9)$$

式中 T_N——电动机的额定转矩 (N·m)；

K_m——电动机最大转矩倍数；

K_u——电压波动系数，$K_u=0.95\sim0.85$。

9.8.2 连续工作制电动机功率的选择

（1）最佳负载率的确定

当电动机的固定损耗等于可变损耗时，电机的运行效率最高，由此可以算出电动机的最佳负载率 K_a。

$$K_a=\sqrt{\frac{P_0+K_q\sqrt{3}U_NI_0}{\left(\frac{1}{\eta_N}-1\right)P_N-P_0+\left(\frac{P_N}{\eta_N}\operatorname{tg}\varphi-\sqrt{3}U_NI_0\right)K_q}} \tag{9-10}$$

式中 P_0——电机的空载损耗（W）；

P_N——额定功率（W）；

U_N——额定线电压（V）；

I_0——空载线电流（A）；

η_N——额定效率；

$\varphi=\cos^{-1}\varphi$，$\cos\varphi$——满载功率因数；

K_q——无功功率当量，对于功率因数已集中补偿至0.9及以上的厂(矿)区，$K_q=0.01$，对于发电厂自用电的电动机 $K_q=0.05$，对其他厂（矿）区，在功率因数未作补偿时，取 $K_q=0.1$。

对于使用面最广的Y(IP44)系列，根据产品技术条件规定的 η_N 和 $\cos\varphi$，并从样品试制试验结果中选取 P_0 和 I_0 值，算得 $K_q=0.01$ 和 $K_q=0.1$ 时的 K_a 值，如表9-23所示。其他系列的 K_a 值，可按上述方法算得。

由于大多数工矿企业的功率因数已集中进行补偿，且 $\cos\varphi>0.9$，因此在这种情况下，建议选用的电机功率，尽量接近 $K_q=0.01$ 所对应的最佳负载率 K_a。

（2）从现有负载的大小选择电机的功率

1）确定现有负载所需的功率

表 9-23

额定功率 P_N(kW)	2极 P_0(W)	2极 I_0(A)	2极 $K_q=0.01$ K_a	2极 0.1 K_a	4极 P_0(W)	4极 I_0(A)	4极 0.01 K_a	4极 0.1 K_a	6极 P_0(W)	6极 I_0(A)	6极 0.01 K_a	6极 0.1 K_a	8极 P_0(W)	8极 I_0(A)	8极 0.01 K_a	8极 0.1 K_a	备注
0.55					94	1.02	0.96	1.2									凡$K_a>1$的，说明电机应尽量满载运行，切忌轻载运行，但不能过载运行
0.75	95	0.82	0.8	0.95	117	1.3	0.95	1.2	135	1.6	0.98	1.27					
1.1	105	1.06	0.71	0.86	110	1.5	0.77	0.99	157	1.93	0.84	1.05					
1.5	150	1.5	0.76	0.92	117	1.8	0.67	0.87	195	2.71	0.94	1.24					
2.2	158	1.9	0.72	0.89	180	2.5	0.76	0.98	200	3.4	0.81	1.09	220	3.71	0.9	1.2	
3	265	2.6	0.84	1.0	270	3.5	0.89	1.12	194	3.8	0.71	0.96	220	4.45	0.75	1.01	
4	225	2.9	0.73	0.89	245	4.4	0.75	1.0	228	4.9	0.69	0.95	250	6.2	0.75	1.09	
5.5	265	3.4	0.65	0.79	250	4.7	0.63	0.84	223	5.3	0.6	0.81	300	7.5	0.72	1.02	
7.5	300	4.0	0.6	0.71	285	5.96	0.62	0.83	376	8.65	0.71	0.985	420	9.1	0.77	1.03	
11	660	6.4	0.85	0.92	450	8.4	0.69	0.88	520	12.4	0.73	1.0	630	13	0.8	1.08	
15	780	7.3	0.81	0.87	570	10.4	0.67	0.85	690	13.8	0.81	1.04	600	16.2	0.69	0.95	
18.5	760	8.2	0.72	0.79	650	13.4	0.77	1.01	680	14.9	0.73	0.95	740	17.9	0.76	0.97	
22	1280	12	0.96	1.04	692	15	0.72	0.93	740	17.1	0.71	0.93	836	19.9	0.76	0.97	
30	1650	16.9	1.0	1.1	900	19.5	0.78	0.99	1050	18.7	0.71	0.81	1160	26	0.8	1.02	
37	1660	18.6	0.87	0.97	1140	19	0.75	0.86	1200	19.4	0.71	0.82	1430	28.6	0.83	0.97	
45	1780	18.7	0.87	0.95	1250	22	0.73	0.86	1350	23.3	0.75	0.87	1420	32.1	0.76	0.91	
55	2530	28.5	1.0	1.08	1560	28.6	0.77	0.91	1340	25.5	0.65	0.76					
75	3380	37.4	0.98	1.05	2410	39.4	0.85	0.94									
90	3600	43.1	0.93	1.0	2650	43.8	0.88	0.99									

对于 S1 工作制的异步电动机，应在较长的时间具有稳定的输出功率，如各种泵类和风机配套的电机，常在几小时或十几小时输出功率不变。目前大多数工矿，对于泵房都有值班记录，常记录电动机的线电流，因此可采用下面的方法，确定Y系列电动机的轴功率 P_2：

$$P_2=\sqrt{\frac{I_1^2-I_0^2}{I_N^2-I_0^2}}P_N \quad (\text{kW}) \tag{9-11}$$

式中 P_N——电机额定功率（kW），取铭牌值；

I_N——额定电流（A），取铭牌值；

I_0——额定电压和额定频率时的空载电流（A），对于Y(IP44)从表 9-23 中查取；

I_1——电机实际运行时的线电流（A）。

如果电机实际运行时，其端电压偏离额定电压，则：

$$P_2=K_uP_N\sqrt{\frac{I_1^2-K_u^2I_0^2}{I_N^2-I_0^2}} \quad (\text{kW}) \tag{9-12}$$

式中 $K_u=U_1/U_N$；

U_1——电机运行时实际端电压（V）。

例：一台 Y225M-2 型电动机在驱动水泵时，实际测得 $U_1=400\,\text{V}$，$I_1=56\,\text{A}$，求电动机的实际输出功率 P_2。

从该电机铭牌上查得 $P_N=45\,\text{kW}$，$I_N=74.7\,\text{A}$，$U_N=380\,\text{V}$。从表 9-23 中查得 $I_0=18.7\,\text{A}$。因为 $K_u=\frac{400}{380}=1.053$，则有：

$$P_2=1.053\times45\sqrt{\frac{56^2-1.053^2\times18.7^2}{74.7^2-18.7^2}}=34.35 \quad \text{kW}$$

因为Y系列电动机的空载电流通常因电机不同而有所变化，故表 9-23 所列 I_0 仅供参考，为了提高 P_2 的测定精度，建议采用精度为 0.5 级的电流表测定 I_1 和 I_0。

2）确定现有负载一天或一段时期的平均功率

从值班记录中，可以观察电机负载变化的大致规律，设如图 9-5 所示：

则此电动机一天中最大输出功率为 $P_1=80\,\text{kW}$，最小输出功

率$P_5=40$kW，平均等效负载功率P_e为：

$$P_e=\sqrt{\frac{P_1^2t_1+P_2^2t_2+P_3^2t_3+P_4^2t_4+P_5^2t_5}{T}}$$

$$=\sqrt{\frac{80^2\times12+(70^2+60^2+50^2+40^2)\times3}{24}}=69.1\quad\text{kW}$$

也可以直接由负载电流I求等效功率P_e

$$P_e=P_N\sqrt{\frac{I_1^2t_1+I_2^2t_2+I_3^2t_3+I_4^2t_4+I_5^2t_5}{(I_N^2-I_0^2)T}-\frac{I_0^2}{I_N^2-I_0^2}}$$

3）选择电机的功率

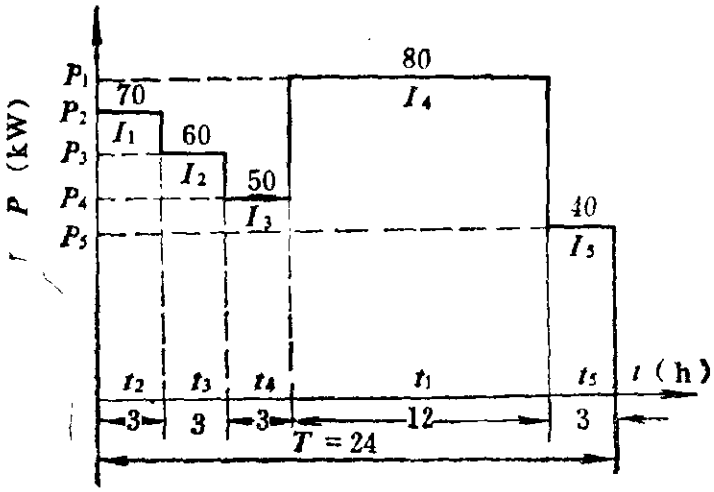


图 9-5

在满足负载机械的负载特性前提下，即T_K、T_{min}和T_{max}符合要求时，应尽量使电机的额定功率P_N接近实际所需的功率P_2。如前述的水泵，可配用$P_N=37$ kW的Y200L2-2型电动机，从表9-23可见，该电机的$K_e=0.87$和0.97，显然配用此种电机是经济合理的。

对于图9-5所示的例子，则应选择$P_N=90$ kW的Y系列电动机。

（3）恒定负载连续工作制下异步电动机功率的计算

选择电动机的额定功率P_N应略大于折算到电动机轴上的负载功率P_L，即：

$$P_N\geqslant P_L=T_Ln_N/9555\quad(\text{kW})\qquad(9\text{-}13)$$

式中 T_L——折算到电动机轴上的负载转矩（N·m）；

n_N——电动机的额定转速（r/min）。

负载转矩恒定，需从基本速度往上调速时，其额定功率应按

要求的最高工作转速 n_{max} 计算电动机的功率：

$$P_N \geqslant T_L n_{max}/9555 \quad (kW) \qquad (9\text{-}14)$$

对起动条件沉重（静阻转矩大或带有较大的转动惯量）的机械，采用笼型异步电动机时，应按 9.8.1 节所述的方法校验电动机起动过程的最小转矩 T_{min} 和允许的最大转动惯量 GD^2_{m}。

（4）几种常用机械的电动机功率计算方法[1]～[3]

1）泵配用异步电动机的功率计算（表 9-24）

表 9-24

类 型	电动机功率计算公式	符号说明及单位
离心式泵 轴流式泵 旋涡泵	$P_N \geqslant k\dfrac{\gamma Q(H+\Delta H)}{102\,\eta\eta_C}$ (kW)	γ—液体密度，水的 $\gamma=1$(kg/m³) Q—泵的流量（排水量）(m³/s) H—水头（m） ΔH—总管损失水头(m) η—水泵的效率，一般为0.6～0.84 η_C—传动效率，与电动机直接连接时，$\eta_C=1$ k—余量系数，视功率而定： 功率(kW)：2以下 / 2～5 / 5～50 / 50～100 k：1.7 / 1.5～1.3 / 1.15～1.1 / 1.08～1.05
往复泵	$P_N \geqslant k\dfrac{Qp}{10.4\eta}$ (kW)	Q—流量(m³/s) p—全压力(Pa) η—总效率： 电动泵 $\eta=0.6$～0.9 k—余量系数 功率(kW)：≤4 / >4 k：1.2～1.5 / 1.05～1.2

（续）

类　型	电动机功率计算公式	符号说明及单位
螺杆泵 齿轮泵	$P_N \geqslant k\dfrac{Qp}{62.4\eta}$ (kW) $\eta = \eta_v \cdot \eta_m$	Q—流量（L/min） p—进出口压力差，$p = p_2 - p_1$（Pa） η—效率 η_v—容积效率$\eta_v = 0.75 \sim 0.95$ η_m—机械效率$\eta_m = 0.65 \sim 0.95$ k—余量系数，取值同往复泵 p_2—排出压力（Pa） p_1—吸入压力（Pa）
液环泵	$P_N \geqslant \dfrac{3.763 p_1 Q_s}{\eta} \lg \dfrac{p_2}{p_1}$ (kW)	Q_s—气量（m^3/min） η—效率，$\eta = 0.3 \sim 0.5$ 其他同螺杆泵
容积真空泵 1.旋片真空泵	$P_N \geqslant \dfrac{k P_{emax}}{\eta \eta_C}$ (kW) $P_{emax} = 10^{-6} S_j \dfrac{p_2}{m^{\frac{1}{m-1}}}$ (kW)	p_2—泵排气口处的排气压力（P m—多变指数，对空气$1 < m < 1.4$ η—泵的最大机械效率，对旋片真空泵： 单级泵$\eta = 0.45 \sim 0.5$ 双级泵$\eta = 0.4 \sim 0.45$ η_c—传动效率（见表9-22） S_j—几何抽速 1/s k—余量系数，$k = 1.2 \sim 1.5$ p_{2max}—泵正常工作时最大排气压力（Pa） p_1—泵在P_{2max}下的吸气口压力（Pa） k—余量系数，$k = 1.5 \sim 2.5$
2.滑阀真空泵	$P_N \geqslant k P_{emax}$ (kW) $P_{emax} = 10^{-6}(p_{2max} - p_1) S_j$ (kW)	

2）金属机床配用异步电动机的功率计算（表 9-25）

表 9-25

主轴传动电动机	进给传动电动机	辅助传动电动机
$P_N \geqslant \dfrac{T_L n_N}{9555}$ (kW) （不调速） T_L—电动机负载转矩（N·m） n_N—电机额定转速（r/min） $P_N \geqslant \dfrac{P_{max}}{\eta_{min}}$ (kW) P_{max}—机床最大切削功率(kW) η_{min}—传动最低效率（采用多速电动机）	$P_N \geqslant \dfrac{F_\Sigma v_{max}}{59976\eta_C}$ (kW) v—最大进给速度（m/min） F_Σ—进给运动的总阻力（N） η_C—进给传动效率（不调速） $T_N \geqslant T_L$ (N·m) T_N—电机额定转矩（N·m） T_L—电机负载转矩（N·m）（采用多速电动机）	$P_N \geqslant \dfrac{G\mu v}{624.5\eta_C}$ (kW) G—移动件的重量(N) v—移动速度(m/min) μ—动摩擦系数 $T_{St} > T_{Ls}$ $T_{Ls} = \dfrac{975G\mu_0 v}{6120 n \eta}$ T_{St}—电动机起动转矩（N·m） T_{Ls}—负载起动转矩(N·m) μ_0—静摩擦系数 n—电动机转速(r/min) η_C—传动效率

3）风机配用异步电动机的功率计算（表 9-26）

表 9-26

类型	电机功率计算公式	符号说明及单位
离心式通风机 轴流式通风机	$P_N \geqslant \dfrac{kQp}{10.4\eta\eta_C}$	Q—送风量（m^3/s） p—空气压力（Pa） η_C—传动效率： 电机直联 1.0；联轴器 0.98；减速器 0.95；三角皮带 0.92 η—风机效率，因叶轮参数而异： 前向：多叶 0.6～0.78；窄轮 0.7～0.88；径向：直板 0.7～0.88；前弯 0.7～0.88；后向：平板 0.75～0.9；机翼 0.75～0.92 k—余量系数： 功率 kW：1以下 k=2；1～2 k=1.5；2～5 k=1.25；>5 k=1.05～1.2 除风机效率视情况而定之外，其他同上
透平式鼓风机	$P_N \geqslant \dfrac{kGH_{pol}}{10.4\eta_{pol}\eta_m}$	G—质量流量（kg/s） H_{pol}—多头能量头(N·m/kg) η_{pol}—多级效率 η_m—机组机械效率0.96～0.98 k—余量系数，取 k=1.1

4）压缩机配用异步电动机的功率计算（表 9-27）

表 9-27

类　型	电机功率计算公式	符号说明及单位
1.活塞式压缩机	$P_N \geqslant k\dfrac{P_{id}}{\eta\eta_C}$ (kW)	P_{id}—压缩机的指示功率(kW) η—压缩机的效率 $\eta = 0.8 \sim 0.95$ η_C—传动效率： 皮带传动 $\eta_C = 0.96 \sim 0.99$ 齿轮传动 $\eta_C = 0.97 \sim 0.99$ k—余量系数，$k = 1.05 \sim 1.15$ $\eta = 0.95 \sim 0.98$（螺杆式） $\eta = 0.7 \sim 0.75$（片式） 其他同上
2.螺杆式压缩机 3.片式压缩机		
4.罗茨式鼓风机	$P_N \geqslant k\,1.61 \times 10^5 \dfrac{V(p_2 - p_1)}{\lambda\eta\eta_C}$ (kW)	V—排气量（m^3/s） p_1—进气压力（Pa） p_2—排气压力（Pa） λ—排气系数0.6～0.9 η—机械效率0.87～0.94 其他同上
5.离心式压缩机	$P_N \geqslant \dfrac{kQ}{10.4\eta}\ \dfrac{A_d + A_r}{2}$ (kW)	Q—压缩机生产率(m^3/s) A_d—压缩 $1m^3$空气量至绝对压力 p_1的等温功(N·m) A_r—压缩 $1m^2$空气量至绝对压力 p_1的绝热功(N·m) η—总效率 $\eta = 0.62 \sim 0.8$ k—同上

9.8.3 其他工作方式下电动机功率的计算

Y系列电动机常用的其他工作制有S3、S4、S5，有时也采用S2和S6。例如YZ和YZR系列，用于钢厂某一设备的工作方式为：S2占7%，S4占64.5%，S5占21.7%，S6占7%。YH系列，主要用于S3工作方式。

（1）起重机械配套电动机功率的计算

1）负载持续率FC的选择

起重机械类型不同，负载持续率也不一样，通常如表 9-28 所示。

表 9-28

类 型	轻	中	重	特 重
FC%	15	25	40	60
起重机械种类	手动和吊钩起重机		抓斗、冶金及热加工专用桥式起重机，龙门吊，装卸桥等	

2）初算电动机功率 P_2

$$P_2=\frac{FV\cdot 10^{-3}}{\eta} \quad 或 \quad P_2=\frac{T_L n}{9555\,\eta} \quad (kW) \qquad (9\text{-}15)$$

式中 n ——起重机转速（r/min）；

T_L——回转阻力矩（N·m）；

V ——起重机的运动速度（m/s）；

F ——沿运动方向的运动阻力（N）。

对于起重机各种行走机构

$$F=G_\Sigma(c+7V)\cdot 9.8 \quad (N)$$

式中 G_Σ——运动部分总重量（kg）；

c ——行走阻力系数，采用滚动轴承时，$c=10\sim12$；

采用滑动轴承时，$c=20\sim25$。

提升机构：以额定的提升重量 G_N(kg)计算，即

$$F=9.8\,G_N \quad (N)$$

η ——机构的总效率，数值范围如表 9-29。

（2）功率及转矩校验

1）功率校验

初算的功率，有时不一定满足电机发热的要求，因此应进行发热校验。平均损耗法是一种行之有效的校验方法。其步骤如表 9-30 所示。

短时工作的电机，一般不需要进行发热校验只注意短时过载能力和起动转矩的校验。选用电动机短时额定时间应大于短时工

表 9-29

机构	传动型式	机构总效率	
		用滚动轴承	用滑动轴承
提升机构	圆柱正齿轮传动	0.8～0.85	0.7～0.8
	蜗轮蜗杆传动	0.65～0.7	0.65～0.7
运行机构	圆柱正齿轮传动	0.8～0.9	0.75～0.85
	蜗轮蜗杆传动	0.65～0.75	0.65～0.75
回转机构	齿轮传动	0.75～0.85	0.7～0.8
	蜗轮蜗杆传动	0.5～0.7	0.5～0.7

表 9-30[1]

项目	公式	符号及单位说明
1.实际负载近似持续率FC'	$FC=\frac{\Sigma t_s+\Sigma t_{sl}+\Sigma t_b}{T}$ $FC'\approx\frac{t_{sl}}{T}$	t_s、t_{sl}、t_b、t_0—起动、平稳运行、制动和停转时间(s) $T=\Sigma t_s+\Sigma t_{sl}+\Sigma t_b+\Sigma t_0$(s)
2.换算对应FC_N的功率P_2'(kW)	$P_2'\geqslant P_2\sqrt{FC_N/FC'}$	P_2—按式(9-15)初算的电机功率(kW)
3.计算稳定运行过程中的能量损耗ΔA_{sl}(Ws)	$\Delta A_{sl}=\left\{\left[\left(\frac{1}{\eta_N}-1\right)P_2'-P_0\right]\times\left(\frac{P_2}{P_2'}\right)^2+P_0\right\}t_{sl}$	η_N—对应额定功率P_2'和FC的额定效率 P_0—电机的空载损耗(kW)
4.计算起动过程中的能量损耗ΔA_s(Ws)	$\Delta A_s\approx\left(\frac{GD^2n_N^2}{730}+\frac{T_Ln_Nt_s}{19.1}\right)\times\left(1+\frac{r_1}{r_2'}\right)$	$GD^2=GD_m^2+GD_L^2$ GD_m^2—电动机本身的转动惯量kg·m^2 GD_L^2—折算到电机轴上的转动惯量kg·m^2
5.计算起动时间t_s(s)	$t_s=\frac{GD^2n_N}{38.3(T_{sav}-T_L)}$	n_N—电机的额定转速(r/min) r_1—定子电阻(Ω)
6.计算制动过程中的能量损耗ΔA_b(Ws)	反接制动： $\Delta A_b\approx\left(\frac{3GD^2n_1^2}{730}-\frac{T_Ln_1t_b}{19.1}\right)\times\left(1+\frac{r_1}{r_2'}\right)$	r_2'—折算至定子侧的转子电阻(Ω) T_{sav}—平均起动转矩(N·m) n_1—开始制动时电机的转速

（续）

项　目	公　式	符号及单位说明
7.计算制动时间 t_b（s）	能耗制动： $\Delta A_b = \left(\frac{GD^2 n_1^2}{730} - \frac{T_L n_1 t_b}{19.1}\right) + 2 I_{1b}^2 r_1 t_b$ $t_b = \frac{GD^2 n_1}{38.3(T_{bav} + T_L)}$（反接制动） $t_b = \frac{GD^2 n_1}{38.3(T_b + T_L)}$（能耗制动）	（r/min） T_{bav}—平均制动转矩（N·m） T_b—制动转矩（N·m） C—负载持续率折算系数 $C = \frac{FC_N}{FC_N + (1 - FC_N)\beta}$ $\beta = 0.1 \sim 0.5$
8.一个工作周期的平均总损耗 ΔP_{av}	$\Delta P_{av} = \frac{\Sigma \Delta A_s + \Sigma \Delta A_{st} + \Sigma \Delta A_b}{T}$	$FS_x = \frac{C_a(\Sigma t_s + \Sigma t_b) + \Sigma t_{st}}{T}$
9.发热校验	$\Delta P_{Fx} = \frac{\Delta P_{av}}{C(FC_x + FC_0\beta)} \leqslant \Delta P_{NFC}$ $\Delta P_{100} = \frac{\Delta P_{av}}{FC_x + FC_0\beta} < \Delta P_{N100}$	$C_a = \frac{1+\beta}{2}$ $FC_0 = \frac{\Sigma t_0}{T}$ ΔP_{NFC}—对应 FC_N 所选功率（P_2'）允许的损耗（kW） $\Delta P_{NFC} = P_2'\left(\frac{1}{\eta_N} - 1\right)$ ΔP_{N100}—对应 $FC_N = 100\%$ 时，所选功率允许的损耗（kW）

作时间。

若选用断续工作制电动机作短时工作使用时，其等效额定时间T_{eq}与FC的对应关系如表9-31。

若需进行发热校验，可按下式进行：

$$t_c = T \ln \frac{\Sigma P}{\Sigma P - \Sigma P_{N100}} \geqslant t \quad (s) \qquad (9\text{-}16)$$

式中　ΣP_{N100}——连续工作制电动机的额定损耗或断续工作制电动机FC=100%时的额定损耗（kW）

$$\Sigma P_{N100} = \left(\frac{1}{\eta_N} - 1\right) P_{N100}$$

ΣP——短时负载下功率损耗（kW）；

表 9-31

FC(%)	T_{st}(min)
15	15
25	30
40	60

t_C——电动机允许的通电时间(s)；

t ——实际的短时工作时间(s)；

T ——电机的发热时间常数(h)，对Y系列，$T=0.45$～0.95。

2）转矩校验 按式(9-4)、(9-5)和(9-9)进行。

(2) 断续周期工作制下电动机功率的一般计算方法

首先根据实际工作的负载持续率 FC_r 选取接近的电机额定负载持续率 FC_N。然后计算电机的等效功率 P_r。

电机的实际负载持续率 FC_r 为：

$$FC_r=\frac{\Sigma t_r+\Sigma t_{st}+\Sigma t_b}{T}$$

$$P_r=\sqrt{\frac{FC_r}{FC_N}}P_2 \quad (kW)$$

$$P_2=\frac{T_r n_N}{9555} \quad (kW)$$

$$T_r=\sqrt{\frac{\Sigma T_r^2 t_r+\Sigma t_{st}^2 t_{st}+\Sigma T_b^2 t_b}{C_a(\Sigma t_r+\Sigma t_b)+\Sigma t_{st}}} \quad (N\cdot m) \qquad (9\text{-}17)$$

选取电机的额定功率 $P_N\geqslant P_r$。

(3) 各种负载持续率下电机功率的相互换算

1）采用S1电动机代用S2时功率的换算

当短时定额大于30 min以上时，可采用S1电动机代用。S1电动机的功率 P_N 为：

$$P_N\geqslant\frac{P_{Lmax}}{\sqrt{1/1-e^{-\frac{t}{T}}}} \quad (kW) \qquad (9\text{-}18)$$

式中 P_{Lmax}——短时负载功率的最大值（kW）；

t——短时运行的额定时间（h）；

T——电机的发热时间常数，对Y(IP 44)，$T=0.95$；

对Y(IP 23)，$T=0.8$。

例 有一种机械，短时定额为0.8 h，$P_{Lmax}=27$ kW，能否选取Y(IP 44)系列Y200L2—6，22 kW电动机代用？

解：

$$\because \quad \frac{P_{Lmax}}{\sqrt{\frac{1}{1-e^{-\frac{t}{T}}}}}=\frac{27}{\sqrt{\frac{1}{1-e^{-\frac{0.8}{0.95}}}}}=21.78 \quad \text{kW}$$

$\therefore$ $P_N=22$ kW>21.78 kW，可以代用。

2）采用S3电动机代用时功率的换算

当短时定额 $t \leqslant 60$ min 时，可采用S3电动机代用。S3电动机的功率 P_N 为：

$$P_N \geqslant P_{Lmax}\frac{(40t)^a}{(40)^a} \quad (\text{kW}) \tag{9-19}$$

式中 a——常数，随电机极数而异，对Y系列电动机，2、4、6极，$a=0.18$；8极及以上，$a=0.1$

P_N——对应 $FC=40\%$ 时的额定功率（kW）。

例 有一种机械，$t=0.5$ h，$P_{Lmax}=18.8$ kW，能否选用YH系列6极 $P_N=17$ kW 的电动机？

解：

$$\because \quad P_{Lmax}\frac{(40t)^a}{(40)^a}=18.8\frac{(40\times 0.5)^{0.18}}{(40)^{0.18}}=16.6 \quad \text{kW}$$

$\therefore$ $P_N=17$ kW>16.6 kW，可以代用。

3）S3工作制电动机各负载持续率下功率的换算

换算公式为：

$$P_N \geqslant P_L\frac{K(FC'\times 100)^\beta}{(40)^\beta} \tag{9-20}$$

式中 FC'——工作机械的实际负载持续率；

P_L——负载实际所需的功率 kW；

K 和 β 按表 9-32 选择。

表 9-32

系 列	极 数	FC′%	K	β
YH	2，4	10～100	1	0.25
	6	≤40	1	0.25
		>40	1	0.32
	8	<40	1.07	0.25
		=40	1	0.25
		>40	1.07	0.32
YZ	6，8	10～100	1	0.4
YZR	6，8	10～100	1	0.34
	10	10～100	1	0.36

例 有一种机械，$FC'=30$，$P_L=28$kW，需配YH系列4极电动机，应选额定功率为多少的电动机？

解：取$K=1$，$\beta=0.25$，将有关数据代入式(9-18)，得：

$$28\times\frac{1\times(0.3\times100)^{0.25}}{40^{0.25}}=26.06\quad\text{kW}$$

查取YH系列FC=40%的输出功率$P_N=27$ kW的规格，即YH200L—4型电动机。

对于YZ、YZR系列，可采用下式换算功率：

$$P_N\geqslant\frac{1.25P_L}{\sqrt{1-\beta+\dfrac{\beta}{FC'}}}\quad\text{kW}\qquad(9\text{-}21)$$

式中 $\beta=0.36$

例 有一架起重机的起升机构，$FC'=20\%$，$P_L=18$ kW，需配用8极的YZR系列电动机，应选何种规格？

解：∵

$$\frac{1.25\times18}{\sqrt{1-0.36+\dfrac{0.36}{0.2}}}=14.4\quad\text{kW}$$

查取YZR系列FC=40%的$P_N=15$ kW的规格，即YZR-

200L-8型电动机。

如果FC′与电机的某一额定负载持续率FC_N接近，则

$$P_N \geqslant P_L\sqrt{\frac{FC'}{FC_N}} \tag{9-22}$$

上例中的FC′与$FC_N=25\%$接近，按式（9-22）得：

$$P_N \geqslant 18\sqrt{\frac{0.20}{0.25}}=16.1 \quad \text{kW}$$

同样，应选YZR 200L-8型电动机。

9.9 从节能角度选用异步电动机

9.9.1 Y(IP44)和Y(IP23)的选用

（1）功率的合理匹配

9.8节介绍的功率选择，着眼于安全、可靠和电机的发热，都是从主机的额定运行状态来计算功率的。但实际运行时，主机可能远离额定运行状态，致使电动机长期在负载率$K<0.5$的情况下运行，因此广大用户可按前述的等效功率来合理选择电动机，以求节能。

1）求等效功率P_e（符号说明见图9-5）

$$P_e=P_N\sqrt{\frac{I_1^2t_1+I_2^2t_2+\cdots+I_n^2t_n}{(I_N^2-I_0^2)T}-\frac{I_0^2}{I_N^2-I_0^2}} \quad \text{(kW)} \tag{9-23}$$

式中 $T=t_1+t_2+\cdots+t_n$（s或min）。

2）求对应P_e的有功总损耗ΣP

$$\Sigma P=\left[\left(\frac{1}{\eta_N}-1\right)P_N-P_0\right]\left(\frac{P_e}{P_N}\right)^2+P_0 \quad \text{(kW)} \tag{9-24}$$

3）求对应P_e的无功损耗P_Q

$$P_Q=\left(\frac{P_N}{\eta_N}\operatorname{tg}\varphi-\sqrt{3}U_NI_0\times10^{-3}\right)\times\left(\frac{P_e}{P_N}\right)^2+\sqrt{3}U_NI_0\times10^{-3} \quad \text{(k Var)} \tag{9-25}$$

4）求对应P_e的当量总损耗ΣP_e

$$\Sigma P_e = \Sigma P + K_q P_Q \quad (\text{kW}) \tag{9-26}$$

式 (9-24)～(9-26) 的符号说明同式 (9-10)，但功率单位为 kW。

5）按 P_e 的大小，选取合适的 P_N 值，使 ΣP_e 最小。对于 Y(IP 44) 可首先从表 9-23 中查取。

6）**例** 有一机械，配用 4 极 JO 2-71-4，22 kW 电动机，负载变化如图 9-6 所示，如果选用 Y(IP 44) 系列电动机，应选哪种规格最节电？(取 $K_q = 0.01$)

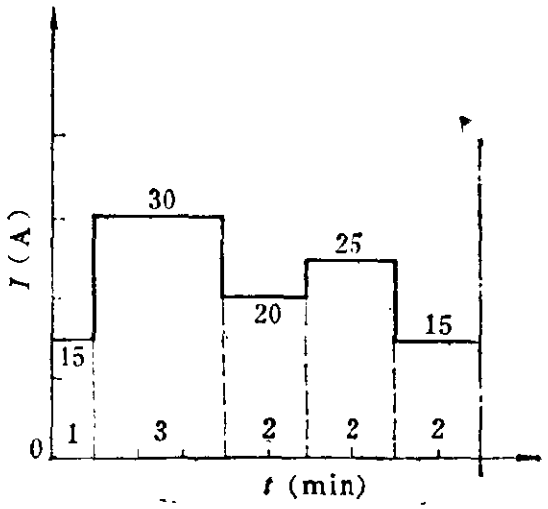


图 9-6

解：查 JO 2-71-4，$I_N = 42.5$ A

$I_0 = 12.1$ A，$\eta_N = 0.895$，$\cos\varphi = 0.88$

$P_0 = 0.765$ kW。

由式 (10-23) 得

$$P_e = 22\sqrt{\frac{30^2\times 3 + 20^2\times 2 + 25^2\times 2 + 15^2\times 3}{(42.5^2 - 12.1^2)\times 10} - \frac{12.1^2}{(42.5^2 - 12.1^2)}}$$

$= 10.75$ kW

将有关数据代入式 (9-24)、(9-25) 和 (9-26)，算得

$$\Sigma P_{ej} = 1.29 \text{ kW}。$$

由于最大负载为 30 A，故首先选取额定电流 $I_N \approx 30$ A 的 YX160L-4，15kW，$I_N = 28.5$，$I_0 = 10.4$，$P_0 = 0.50$，$\eta_N = 0.918$，$\cos\varphi = 0.887$，将有关数据代入式 (9-24)～(9-26)，算得：$\Sigma P_{ey} = 1.012$ kW。

如果该机械每年运行4000 h，则用YX160L-4代替 JO2-71-4，全年节电量 $\Delta E = (\Sigma P_{ej} - \Sigma P_{ey}) \times 4000 = 1112$ kW·h。

(2) △—Y接法转换节能

有很多通用机床，不可避免会在轻载运行，此时可采用△—Y自动转换装置来实现节电。

1）节电估算

1. 临界负载率 K_c 的确定

$$K_c=\sqrt{\frac{0.67(P_0-P_{fw}+\sqrt{3}U_NI_0K_q)}{2\left[\left(\frac{1}{\eta_N}-1\right)P_N-P_0+\left(\frac{P_N}{\eta_N}\mathrm{tg}\,\varphi-\sqrt{3}U_NI_0\right)K_q\right]}} \tag{9-27}$$

式中 P_{fw}——电机的机械损耗（W）。

其他符号说明及单位同式(9-10)。

2. 节电计算。

当电机的负载率 $K<K_c$，即可将△接法改为丫接法，以求节电。如果 $K>K_c$，则不能改为丫接法，否则，会浪费用电。

设换接后的节电功率为 ΔP，则

$$\Delta P=2K^2\left[\left(\frac{1}{\eta_N}-1\right)P_N-P_0+\left(\frac{P_N}{\eta_N}\mathrm{tg}\,\varphi-\sqrt{3}U_NI_0\right)K_q\right]-0.67(P_0-P_{fw}+\sqrt{3}U_NI_0K_q)\quad(\mathrm{W}) \tag{9-28}$$

当 ΔP 为负值时，表示节电，当 ΔP 为正值时，表示多用电。

3. **例** 求Y132S—4，5.5kW电动机的 K_c 和求 $K=0.2$ 时，改为丫接法的节电量。取 $K_q=0.01$。

查得Y13ZS—4，5.5kW，△接法，$U_N=380\mathrm{V}$，$I_0=4.7\mathrm{A}$，$P_{fw}=60\mathrm{W}$，$P_0=250\mathrm{W}$，$\eta_N=0.855$，$\mathrm{tg}\,\varphi=0.84$。

由式（9-27）得：

$$K_c=\sqrt{\frac{0.67(250-60}{2\left[\left(\frac{1}{0.855}-1\right)\times5500-250+\left(\frac{5500}{0.855}\times0.646+\sqrt{3}\times380\times4.7\times0.01\right)}{-\sqrt{3}\times380\times4.7)\times0.01}\right]}}=0.327$$

当$K=0.2$时，因$K<K_o$，故改为Y接法可节电，节电动率为：

$$\Delta P=2\times0.2^2\left[\left(\frac{1}{0.855}-1\right)5500-250\right.$$
$$+\left(\frac{5500}{0.855}\times0.646-\sqrt{3}\times380\times4.7\right)$$
$$\left.\times0.01-0.67(250-60+\sqrt{3}\times380\times4.7\times0.01)\right.$$
$$=-92.5\quad W$$

4. Y(IP 44)系列电动机的P_{fw}参考值如表9-33所示。

表 9-33

极 数	2	4	6	8
P_N(kW)	P_{fw}(W)	P_{fw}(W)	P_{fw}(W)	P_{fw}(W)
4	90	40	30	40
5.5	115	60	30	40
7.5	170	60	30	50
11	350	120	70	70
15	350	120	100	110
18.5	350	180	150	135
22	650	180	150	150
30	1000	300	280	160
37	1000	450	300	200
45	1130	450	400	200
55	1500	600	400	
75	2500	1100		
90	2500	1100		

9.9.2 YX系列的选用

YX系列的效率比Y(IP 44)系列平均高3%以上，适用于年运行时间长和负载率K高的工作机械，如泵类、风机及纺织机械等。

YX系列的选用步骤与Y(IP 44)大同小异，但因YX系列的起动电流倍数比Y(IP 44)大0.5（绝对值）左右，起动转矩倍数低0.2左右，因此对经常起动和要求起动转矩高的负载要慎重选用。对于经常接近满载运行的电动机，采用高效率电动机，

要注意电机的过载能力是否适应。

（1）YX 系列的节电计算

设普通的电动机（如Y(IP 44)，JO 2、JO 3 等）的效率为 η_a，功率为 P_{Na}；空载损耗为 P_{oa}；YX系列相应的参数为 η_b，P_{Nb} 和 P_{ob}。如果原来电机的负载率为 K_a，则换用YX 系列后的节电功率 ΔP 为：

$$\Delta P=(K_aP_{Na})^2\left[\left(\frac{1}{\eta_a}-1\right)\frac{1}{P_{Na}}-\left(\frac{1}{\eta_b}-1\right)\frac{1}{P_{Nb}}+\frac{P_{ob}}{P_{Nb}^2}-\frac{P_{oa}}{P_{Na}^2}\right]+P_{oa}-P_{ob}\quad(\text{kW})\qquad(9\text{-}29)$$

若 $P_{Na}=P_{Nb}$

则 $$\Delta P=(P_{oa}-P_{ob})(1-K_a^2)+K_a^2\left[P_{Na}\left(\frac{1}{\eta_a}-\frac{1}{\eta_b}\right)\right]\quad(\text{kW})\qquad(9\text{-}30)$$

例如采用YX250M-4，55kW 电动机 b，代替 JO2-91-4，55kW 电动机 a，查得相应的参数为：$P_{Na}=P_{Nb}=55\text{kW}$，$\eta_a=0.917$，$\eta_b=0.945$，$P_{oa}=1.75\text{kW}$，$P_{ob}=1.293\text{kW}$，代入式 (9-30)。得对应各负载率 K_a 的节电量如表 9-34。

表 9-34

K_a	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.2
ΔP(kW)	1.777	1.526	1.302	1.103	0.932	0.787	0.668	0.510

YX 系列的 P_0 参考值如表 9-35 所示。

（2）选用 YX 系列的经济分析

YX 系列的成本一般比同规格的 Y(IP44) 系列电机高 30% 左右，因此在选用时要作综合经济分析，以求在节电的同时获得较好的综合经济效益。

设电机的购置费用为 C_F 元，安装费用为 C_V 元，固定投资费用为 C_0(元)。

$$C_0=C_F+C_V\quad(\text{元})\qquad(9\text{-}31)$$

因为 YX 与 Y(IP44) 系列的安装费用相同，而购置费用之

表 9-35

P_0(kW) / P_N(kW)	2 极	4 极	6 极
1.5			0.12
2.2		0.13	0.14
3	0.17	0.17	0.16
4	0.20	0.19	0.20
5.5	0.25	0.23	0.27
7.5	0.31	0.30	0.31
11	0.42	0.37	0.43
15	0.50	0.50	0.50
18.5	0.60	0.53	0.62
22	0.70	0.61	0.73
30	0.88	0.77	0.84
37	1.02	0.90	0.97
45	1.14	1.04	1.15
55	1.35	1.29	1.30
75	1.79	1.55	
90	2.06	1.81	

差 $\Delta C_F \approx 0.3\,C_F$

若电机的预定使用期 n 为 10 年，投资的年利率 i 为 10%，每度电费 C_e 为 0.1 元，则只要满足下面的条件，就能获得综合经济效益：

$$\Delta C_L > 0.3\,C_F \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n-1} = 4.88\,C_F \times 10^{-2} = \Delta C_0 \quad (\text{元}) \tag{9-32}$$

$$\Delta C_L = \Delta P \cdot H \cdot C_e \quad (\text{元}) \tag{9-33}$$

式中 ΔP——按（9-30）计算的节电功率（kW）；

表 9-36

极数	2					4					6				
ΔC_L(元) / P_N(kW)	H = 6000 h		3000 h		ΔC_0 (元)	6000 h		3000 h		ΔC_0 (元)	6000 h		3000 h		ΔC_0 (元)
	K_a = 0.8	0.6	0.8	0.6		0.8	0.6	0.8	0.6		0.8	0.6	0.8	0.6	
1.5											60.4	53.7	30.2	26.8	11.5
2.2						74.8	55.2	37.9	27.6	10.9	72	55.6	36.0	27.8	14.3
3	93.6	77.6	42.8	38.8	12.1	86.2	74.7	43.1	37.4	12.1	74.2	50.7	37.1	25.4	19.9
4	62.4	41.6	31.4	20.8	14.9	90.1	65.1	45.1	32.6	14.3	89.2	57.5	44.6	28.8	21.7
5.5	89.7	54.3	44.9	27.1	19.9	114.7	69.8	57.4	34.9	19.9	79.4	32.3	39.7	16.2	23.6
7.5	128.2	69.5	64.1	34.8	21.7	117.7	62.3	58.8	31.2	22.4	163	112.9	81.5	56.5	32.2
11	243.9	200.2	121.9	100.1	32.3	216	142.5	108	71.7	32.3	202.1	137.3	101.1	68.6	37.2
15	330.2	251.6	165	125.8	36.0	249	158.5	125	79.3	37.2	195.4	159.8	97.7	79.9	49.7
18.5	294.8	207.8	147.4	103.9	39.1	178.7	113.6	89.4	66.8	46.6	203.4	130.2	101.7	65.1	62.0
22	484.4	424.7	242.2	212.4	48.4	166.7	91.7	83.4	45.9	49.7	193.2	112.5	96.6	56.3	68.3
30	579.2	528	289.6	264	65.2	178	105.4	89	52.7	65.2	430	297	215	148.5	89.9
37	593	501.6	296.5	250.8	72.0	381.8	277.8	190.9	138.9	80.7	482	333.3	241	166.6	111.7
45	640.5	528.3	320.3	264.6	94.3	403.5	282.1	201.7	141.1	90.0	364	257.4	182	128.7	136.5
55	916.5	825.3	458.3	412.7	117.9	516.9	361.6	258.5	180.8	111.7	449.2	263.2	224.6	131.6	155.2
75	1246	1118	623	559	132.5	841.9	699.3	420.9	349.7	136.5					
90	1326	1150	663	575	163.2	765.1	651.0	382.6	320.5	155.2					

注：1. 表中ΔC_0以1986年电机售价算出

2. 从表中可见，4极22kW、30kW，6极5.5、22、45和55kW等规格，不宜在$H \leqslant 3000$ h，$K_a \leqslant 0.6$的情况下运行，否则，虽能节电，但不经济。

H——电机的平均年运行时间（h）；

C_e——每度电费用（元/度）。

由此算得 YX 系列与 Y(IP 44) 系列之间的 ΔC_L 和 ΔC_0 参考值如表 9-36。

9.9.3 泵类和风机配套电机的选用

如果泵和风机的压力和流量长期恒定不变，则以选用 YX 或 Y(IP 44)、Y(IP 23) 系列电机为宜；如果流量变化较大，则以选用调速电动机为宜，如 YD 和 YCT 系列。

（1）离心水泵选用 YD 或 YCT 系列电动机节能

目前离心水泵在保持末端扬程不变时，常采用调节排出阀门的开闭程度来调节流量，这对于 H（扬程）-Q（流量）曲线陡降的泵很不经济，能量浪费较大。若将排出阀门全开，而采用调节电机转速的办法来控制流量，则可大幅度节能。

离心水泵的转速与其特性曲线的关系，当转速变化在±20%以内时，

流量比 $$\frac{Q}{Q_2}=\frac{n_1}{n_2}$$

扬程比 $$\frac{H_1}{H_2}=\left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

轴功率比 $$\frac{P_1}{P_2}=\left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

效率 $$\eta_1\approx\eta_2$$

这种泵的额定效率一般在额定流量时最高，故在流量比 $Q_1/Q_N=0.75\sim1.0$ 范围内，采用调速节能最好。

下面以水泵末端压力（扬程）不变为例，来说明调速节电的原理。

设：水泵的额定流量为 Q，实际需要的流量为 Q_4，为了获得所需流量，若采用阀门调节时，则管路阻抗曲线从 R(Ⅰ)移至 R(Ⅱ)（如图 9-7 所示），工作点从全扬程曲线上的 A 点移至 E 点。

在流量从 Q_1 减至 Q_4 的同时，扬程从 H_1 上升至 H_5，轴上功率从 P_1 变至 P_2。

若采用调速电动机控制流量，设对应电机额定转速的 90、80、70% 的流量为 Q_2、Q_3、Q_4，则工作点由A移至B、C、D，全扬程也由 H_1 下降至 H_2、H_3、H_4，轴上功率变为 P_3。

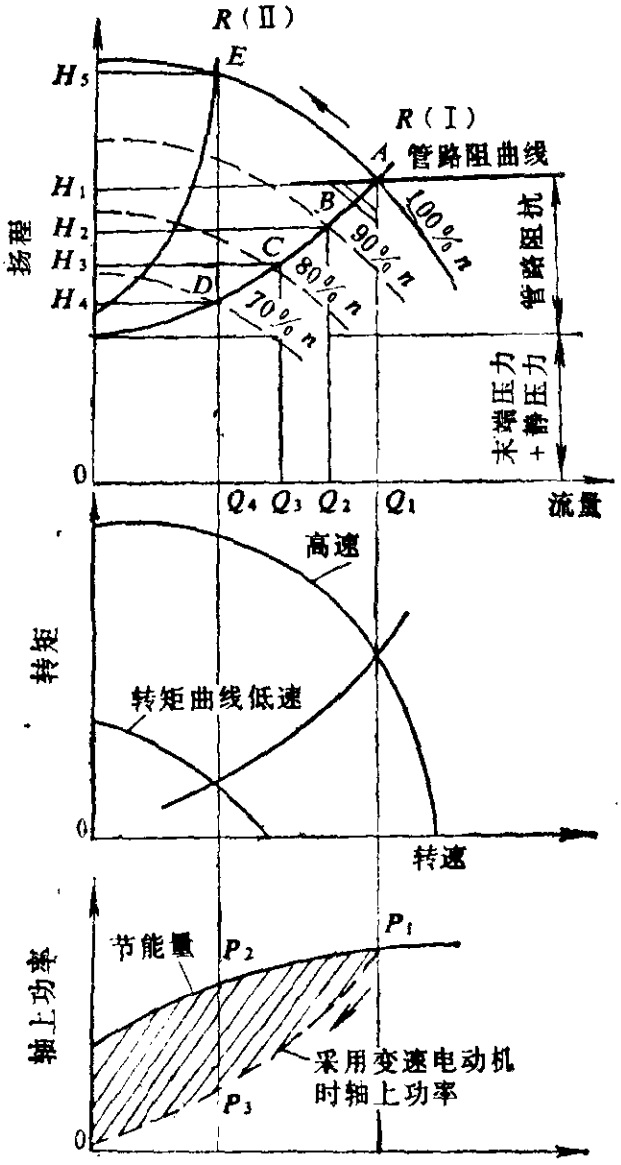


图 9-7

设 K 为常数，Q 为流量，H 为扬程，η 为泵的效率，P 为泵消耗的电力。

则 $P = K \cdot Q \cdot H / \eta$

用阀门调节流量至E点运行时

$$P_2 = K \cdot Q_4 \cdot H_5 / \eta$$
$$= K \cdot Q_4 \cdot H_4 + K \cdot Q_4 \times (H_5 - H_4) + K \cdot Q_4 \times H_5 (1/\eta - 1)$$

式中 $K \cdot Q_4 \cdot H_4$——有用功；

$K \cdot Q_4 \cdot (H_5 - H_4)$——阀门损耗；

$K \cdot Q_4 \cdot H_5 (1/\eta - 1)$——泵的损耗。

调速运行，工作点在D点时的轴上功率 P_3 为：

$$P_3 = K \cdot Q_4 \cdot H_4 / \eta = K \cdot Q_4 \cdot H_4 + KQ_4 \cdot H_4 (1/\eta - 1)$$

因此调速运行节约的有功功率为：

$$\Delta P = P_2 - P_3 = K \cdot Q_4 \cdot (H_5 - H_4) / \eta \quad (\text{kW}) \qquad (9\text{-}34)$$

根据图 9-7，以轴上功率为 7.5 kW 的水泵为例，此泵全年运行 4000 h，其中 100% 的流量占 25%，70% 的流量占 40%，

50%的流量占35%。采用排出阀控制流量，全年用电30900 kW·h，采用YD 180 L，500/750/1000/1500 r/min四速电动机，变速控制流量，即100%Q_N时用1500 r/min，70%Q_N时用1000 r/min，50%Q_N时用750 r/min，则全年用电量只需25000 kW·h左右，可节电5900 kW·h左右。

若流量变化幅度小，如图9-7所示情况，则以采用YCT系列电动机调速节能为宜。

（2）风机选用YD或YCT系列电动机节能

一般风机都采用风门调节风量，因不改变风机的Q（风量）-H（压力）曲线，而是改变风阻迫使风量变化，故浪费用电。对于纺织厂常用的小型风扇，若长年不改变风量，浪费更是严重。

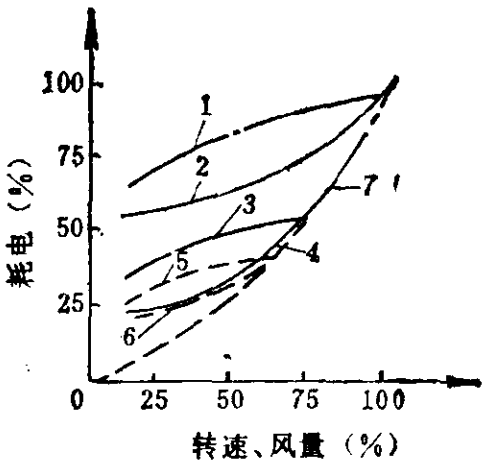


图 9-8

1—100%转速，排风阀控制
2—100%转速，进风阀控制
3—75%转速，排风阀控制
4—75%转速，进风阀控制
5—67%转速，排风阀控制
6—67%转速，进风阀控制
7—平滑调速控制

图9-8表示电机恒速运行、用风门调节风量，与电机变速运行、用调速控制风量所需功率的对比情况。

从图中可见，采用进风阀控制风量并配以变极调速，节电效果很好。

对于采用进风阀控制风量的风机，若采用调速控制风量，则节电量ΔP近似为：

$$\Delta P \approx P\left[0.45+0.55\left(\frac{Q}{Q_N}\right)^{2.2}-\left(\frac{Q}{Q_N}\right)^{3}\right] \qquad (9\text{-}35)$$

式中 P——全风量、恒速时的功率（kW）；

Q——风量；

Q_N——全风量。

例如$P=50$ kW，$Q/Q_N=0.67$，采用变极调速，即由4极变为6极，节电量ΔP为：

$$\Delta P\approx 55[0.45+0.55(0.67)^{2.2}-(0.67)^3]=20.74 \quad \text{kW}$$

如果该风机全年运行5000 h，则年节电量ΔE为

$$\Delta E=\Delta P\cdot H=20.74\times 5000=1.037\times 10^5 \quad \text{kW}\cdot\text{h}$$

对于纺织厂用的风扇电机，可根据季节的变化和早晚的温差，采用YD系列电动机调节风量，其节电量近似为：

$$\Delta P\approx P-\left(\frac{Q}{Q_N}\right)^3 P\approx P\left[1-\left(\frac{Q}{Q_N}\right)^3\right] \tag{9-36}$$

当要求风压不变，采用调速控制风量，节电效果变差，不能采用式（9-35）和（9-36）来估算。

9.10 小型三相异步电动机选用举例

例1 某制药厂，有一台300S-19型双吸离心泵，安装在户外工作，泵的额定流量$Q=790$ m³/h，扬程$H=19$ m，总管损失水头$\Delta H=1$ m，泵的效率$\eta=0.87$，全年运行4000 h，且流量变化不大，应如何选择驱动电机？

解：制药厂一般采用50 Hz、380 V的动力电源，故选用50 Hz、380 V的Y系列电动机。此泵的转速要求为2940 r/min，故选用2极电机。泵安装在户外，且有轻微的腐蚀性粉尘和气体侵蚀，故选用Y-W系列为宜。又因此泵为变转矩、轻起动性负载，若泵安装在洁净的室内，则可选用YX、Y(IP 23)、Y(IP 44)系列。下面，确定各系列电机相应的规格。

首先，按表9-27所列的公式，确定电动机的额定功率。泵与电机直接联接，取$\eta_c=1$，泵作为循环水用，故$\gamma=1$，取$k=1.1$，则

$$P_N\geqslant k\frac{\gamma Q(H+\Delta H)\times 10^3}{102\,\eta\eta_c}$$

$$=1.1\frac{1\times 790(19+1)\times 10^3}{3600\times 102\times 0.87\times 1}=49.65 \quad \text{kW}$$

故可选的Y系列电机规格为：Y250M-2、YX250M-2、Y-W250M-2。

如果此泵装在有爆炸危险的场所，则可配YB-250M-2。

例2 有一短时工作制的机械，每次通电时间 t 为25 min，静负载转矩为118N·m，要求同步转速为750 r/min的电机直接驱动，如何选择Y系列电动机？

解：预选YZ 180L-8起重冶金电动机，FC=40%时的 P_N=11 kW。查得有关数据为：n_N=696 r/min，P_0=746W，

T_{N40}=151 N·m，最大转矩倍数 K_m=2.3，η_N=81%

FC=100%时的总损耗 ΣP_{100}=1.591 kW。

求对应输出转矩=T_L时的总损耗 ΣP：

$$\Sigma P=\left[\left(\frac{1}{\eta_N}-1\right)P_N-P_0\right]\left(\frac{T_L}{T_N}\right)^2+P_0$$

$$=\left[\left(\frac{1}{0.81}-1\right)\times 11-0.746\right]\left(\frac{118}{151}\right)^2+0.746$$

$$=1.866 \quad \text{kW}$$

取 T = 0.7 h

按式（9-16）求电动机允许的通电时间 t_c（s）：

$$t_c=T\ln\frac{\Sigma P}{\Sigma P-\Sigma P_{N100}}\times 3600$$

$$=0.7\times\ln\frac{1.866}{1.866-1.591}\times 3600=6893\ \text{s}=114.9\quad\text{min}$$

$$t_c>t$$

所以发热没有问题。

按式（9-9）进行最大转矩校验，实际的最大转矩 T_{max} 为：

$$T_{max}=T_N\times 0.9\times K_u^2K_m=151\times 0.9\times 0.9^2\times 2.3$$

$$=253\ \text{N·m}$$

$$T_{max}>T_L$$

说明转矩无问题。

总之，此电机可用，但裕度太大，再选用YZ-160L-8，

FC = 40%时的 $P_N = 7.5\ \text{kW}$，$\eta_N = 0.83$，$P_0 = 0.46\ \text{kW}$，$n_N = 690\ \text{r/min}$，$\Sigma P_{100} = 1.096\ \text{kW}$，$T_{N40} = 103.9\ \text{N·m}$。

求对应输出转矩 = T_L 时的总损耗 ΣP：

$$\Sigma P = \left[\left(\frac{1}{0.83} - 1\right) \times 7.5 - 0.46\right]\left(\frac{118}{103.9}\right)^2 + 0.46$$

$$= 1.848 \quad \text{kW}$$

取 $T = 0.6\ \text{h}$

则 $$t_c = 0.6 \times 3600 \ln \frac{1.848}{1.848 - 1.096} = 1941\ \text{s} = 32 \quad \text{min}$$

$$t_c > t$$

发热没有问题。

又∵$T_{max} = 103.9 \times 0.9 \times 0.9^2 \times 2.3 = 174.2\ \text{N·m}$

$$T_{max} > T_L$$

转矩无问题，故可以选用。

结论：选用 YZ 160L-8 型起重冶金电动机。

第十章　Y系列电动机的维护和修理

10.1　电动机的安装

电动机开箱前应检查包装是否完整无损，有无受潮的迹象，开箱后应小心清除电机上的尘土和防锈层；仔细检查在运输过程中，有无变形和损坏，紧固件有否松动或脱落，转子转动是否灵活，铭牌数据是否符合要求。电机的绝缘电阻要达到规定值，若太低，应进行干燥处理。

10.1.1　电动机的安装场所和基础

安装场所的环境条件，应符合电机的要求。即一般用途的电机，安装场所要干燥、洁净，电机周围通风良好，与其他设备留一定的间隔。环境温度应符合要求，若在40℃以下，也应防止强烈的热辐射。选择的安装场所，应便于检查、监视和清扫。

安装基础要坚固、结实，有一定的刚度，安装面要平整，若平整度差则电机运行不平稳，并将导致轴承损坏。

10.1.2　电动机与机械负载的联接

电动机可采用联轴器、正齿轮和皮带与负载机械联接，但4kW以上的2极电机和30kW以上的4极电机不采用皮带传动，双轴伸电动机的第2轴伸仅允许采用联轴器传动。

（1）采用联轴器的联接要求

采用联轴器传动时，电动机轴中心线与负载机械的轴中心线应重合，若相差太大，电机运行时产生强烈振动，会损坏设备。有条件的单位，最好是按图10-1所示，用千分表进行测量，使联轴器的安装偏差符合表10-1的要求。

千分表一般固定在电机侧的联轴器上，转动联轴器A，读取a、b、c、d 4处的读数，则联轴器的安装偏差为：

$$上下=\frac{|a-c|}{2}$$

$$左右=\frac{|b-d|}{2}$$

表10-1　偏差

电动机极数	允许偏差（mm）
2	0.015
4，6，8	0.04

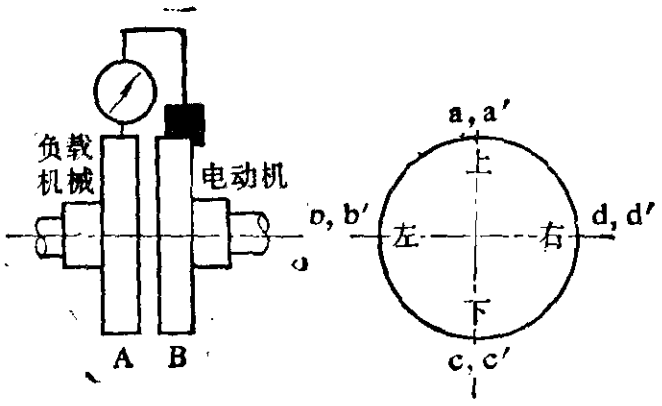


图　10-1

（2）采用皮带传动的联接要求

采用皮带传动时，电动机的轴中心线应与负载机械的轴中心线平行，且要求皮带中心线与轴中心线相互垂直。电机所用皮带轮的最小直径受电机轴

表10-2　Y系列电动机轴伸允许径向拉力　　N

中心高（mm）	2　极	4　极	6　极	8，10极
80	640	800	920	—
90	700	870	1000	—
100	970	1205	1390	—
112	1240	1550	1790	—
132	1485	1685	2156	—
160	1570	1925	2125	2457
180	3010	3695	4290	4550
200	4035	4830	5520	5980
225	4420	5450	6160	6725
250	5035	6190	7060	7585
280	3690	9220	10525	11225
315	4610	12678	14478	15553

伸端允许的径向拉力的限制。Y系列电机允许的径向拉力如表10-2。皮带传动对轴中心的径向拉力F按下式计算：

$$F = 2\times10^7 \cdot P_N K_C / n_N D \quad (\mathrm{N}) \qquad (10\text{-}1)$$

式中 P_N——电机的额定功率（kW）；

n_N——电机的额定转速（r/min）；

D——皮带轮的直径（mm）；

K_C——皮带的初张力系数；

对无张紧轮的平皮带$K_C=3$，对有张紧轮的平皮带$K_C=2$，对三角皮带$K_C=2.2\sim2.5$。

10.2 Y系列电动机的起动维护

异步电动机起动时，由于维护不良，往往产生不能起动的故障，因此应按下列要求进行起动维护。

10.2.1 起动前的准备工作

（1）新安装或停用三个月以上的电动机，起动前应检查它的绝缘电阻，对于Y系列电动机，测得的绝缘电阻值不小于1MΩ。

（2）检查电机的紧固螺丝是否拧紧；轴承是否缺油；电机的接线是否符合要求，外壳是否可靠接地或接零等。

（3）检查联轴器的螺丝和销子是否紧固；皮带连接处是否良好，皮带松紧是否合适，机组转动是否灵活，有无卡位、窜动和不正常的声音等。

（4）检查熔断器的额定电流是否符合要求，安装是否牢固可靠。

（5）检查起动设备接线是否正确，起动装置是否灵活，触头接触是否良好，起动设备的金属外壳是否可靠接地或接零等。

（6）检查三相电源电压是否正常，电压是否过高、过低或三相电压不对称等。

上述检查任何一项有问题，都必须彻底解决，在确认准备工作无误时方可起动。

10.2.2 起动时的注意事项

（1）合闸后，若电动机不转，应迅速、果断地拉闸，以免烧毁电机。

（2）电机起动后，应注意观察电机、传动装置、生产机械及线路电压和电流表，若有异常现象，应立即停机，查明故障并排除之后，方能重新合闸起动。

（3）按电机的技术要求，限制电机连续起动的次数。对于Y系列电动机，一般空载连续起动不超过3～5次。电机长期运行至热态，停机后又起动，不得连续超过2～3次。否则，容易烧坏电机。

（4）几台电动机由同一台变压器供电时，不能同时起动，应由大到小逐台起动。

10.3 Y系列电动机正常运行中的监视和维护

（1）电流监视

电机的电流不得超过铭牌上的额定电流，三相电流不平衡度，空载时不超过10%，中载以上时不超过5%。

（2）电压监视

电源电压与额定电压的偏差不超过±5%；三相电压不平衡度不超过1.5%。

（3）温升监视

用温度计测量铁心或机壳温升，对于Y系列电动机，一般不超过40K。电机轴承的温升用温度计测量，不超过55K。

（4）声音监视

声音监视能发现电机许多故障。异常声音及故障判别如表10-3。

（5）停机处理

当电机运行中发生以下情况时，应立即停机处理：1）发生人身触电事故；2）电动机或起动装置冒烟起火；3）电机剧烈振动；4）电动机所带机械损坏；5）轴承剧烈发热；6）电动

表 10-3

声音种类	异常声特点	故障判别及处理
轴承声	1.轴承外圈声 “嗞嗞声”，声音中含有与转速无关的不规则金属声	1.润滑脂过少，补充润滑脂
	2.滚柱碰击声 低速或电机停机前发出清楚的“喀通”声	2.不是故障
	3.滚擦声 “沙沙声”，与轴承载荷无关	3.补充润滑油（脂）
	4.伤痕声 （1）“咕噜”、“咕噜”声，其周期与转速成正比	4.（1）轴承的滚珠或滚柱表面有伤痕。若轴承过热，则应予更换
	（2）不连续的“梗、梗”声	（2）轴承的内、外圈可能破裂，应及时替换轴承
	5.杂质声 声小而不规则，与转速无关，但也会产生“咕噜”声	5.轴承中侵入杂质，当听到“咕噜”声时，应清洗轴承，防止杂质混入
电磁声	1.起动不良，发出“嗡嗡”吼声，频率为电源频率的2倍或1倍	1.气隙不均匀 应对端盖位移、基础下沉引起的底座变形和轴承磨损进行检查
	2.电机不能起动，发出“嗡嗡”声	2.定子绕组可能断线，停机检查。检查电机端电压是否平衡
	3.电机起动转矩减少，有时无法起动，并发出“嗡嗡”吼声，振动大	3.可能有一相线圈的头尾颠倒
	4.电机起动时产生“嗡嗡”吼声和振动	4.定子或转子绕组短路、或发生2点接地
	5.绕线转子电动机不能加速至全速，常在1/2同步转速下运行而发出“嗡嗡”吼声	5.转子绕组一相断线
	6.“哒哒”声	6.可能铁心松动所产生的中频齿谐波声
同负载机械连接的部件产生的声音	1.联轴器或皮带轮与键发生的撞击声—“哒、哒”声	1.联轴器或皮带轮与转轴配合过松
	2.其他撞击声	2.联轴器螺栓磨损与变形产生的撞击声，齿轮式联轴节的润滑油不足及其齿磨损产生的撞击声
	3.皮带打滑发出的“嗒嗒”声	3.皮带松弛与磨损，皮带与皮带轮打滑

机发生窜轴冲击、扫膛、转速突然下降、温度迅速上升等。

10.4 Y系列电动机的定期维修

定期维修分月维修和年维修，或俗称小修和大修。

（1）月维修或小修项目（表10-4）

表 10-4

项　目	内　容
1.清擦电动机	1.（1）清除和擦去机壳外部尘垢
	（2）测量绝缘电阻
2.检查和清擦电动机接线端子	2.（1）检查接线盒接线螺丝是否松动、烧伤
	（2）拧紧螺母
3.检查各固定部分螺丝和接地线	3.（1）检查接地螺丝；
	（2）检查端盖、轴承盖螺丝；
	（3）检查接地线连接及安装情况
4.检查轴承	4.（1）拆下轴承盖，检查轴承油是否变脏、干涸，缺少时须适量补充；
	（2）检查轴承是否有杂声
5.检查传动装置	5.（1）检查皮带或联轴器有无破裂损坏，安装是否牢固；
	（2）检查皮带及其连接扣是否完好；
	（3）检查联轴器是否有螺栓松动、损伤、磨损和变形
6.集电环检查	6.（1）检查集电环表面是否有异常磨损、圆度情况、有无局部变色、火花痕迹程度；
	（2）检查集电环绝缘轮毂绝缘螺栓上的碳粉敷着程度
7.电刷和刷架检查	7.（1）检查电刷石墨部分磨损、刮伤、龟裂、凹痕和接触情况；
	（2）检查电刷引线有无断线，接线部位是否松动；
	（3）弹簧的破损、固紧与弹簧压力情况
8.检查和清擦起动设备	8.（1）擦去外部尘垢；
	（2）清擦触头，检查有无烧损；
	（3）检查接地线是否良好；
	（4）测量绝缘电阻

2. 年维修或大修项目（表10-5）

表 10-5

项　目	内　容
1.电机外部检查	1.（1）外部有无损坏，零部件是否齐全； （2）彻底清擦，去掉尘垢，补修损坏部分
2.电机内部清理和检查	2.（1）检查定子绕组污染和损伤情况。先去掉定子上的灰尘，擦去污垢，若定子绕组积留油垢，先用干布擦去，再用干布沾小量汽油擦净，同时仔细检查绕组绝缘是否出现老化痕迹（深棕色）或有无脱落，若有，应补修，刷漆 （2）检查转子绕组污染和损伤情况；用目测或比色检查转子端环是否断裂、污损；用目测或手锤敲击检查绕组端部绑扎线和铁心是否松动 （3）检查定、转子铁心有无磨损变形。如有变形，则应予修整
3.绕组检查	3.（1）检查定子绕组和绕线转子绕组是否有相间短路、匝间短路、断路、错接等现象；检查笼型转子是否断条，应针对发现的问题予以修理； （2）用兆欧表测量所有带电部位的绝缘电阻，阻值应大于1 MΩ
4.清洗轴承并检查轴承磨损情况	4.（1）按本手册3.5节所述方法清洗轴承 （2）检查轴承，若轴承表面粗糙，说明轴承油中有酸碱物质或水分，改用合格的润滑脂；若滚珠或轴圈等处出现兰紫色时，说明轴承已受热退火，严重者应更换轴承 （3）有条件时，应按本手册3.4节所述，对轴承的尺寸精度和其他指标进行全面测量 （4）检查密封档的油环是否变形、磨损，轴颈是否有条痕，粗糙度如何
5.其他项目	5.同表10-4
6.安装基础检查	6.用水平仪测定基础的水平误差，用手锤和扳手检查螺栓的固紧状况
7.修理后试车	7.若电机的绕组完好，大修后要作一般性试运转，测量绝缘电阻，检查各部分是否灵活，电机空载运转半小时，然后带负载运转。若绕组已重绕，应按本手册第四章所述方法进行必要的试验

10.5 Y 系列电动机的绕组故障检测和检修

10.5.1 绕组的接地、短路故障检测和检修

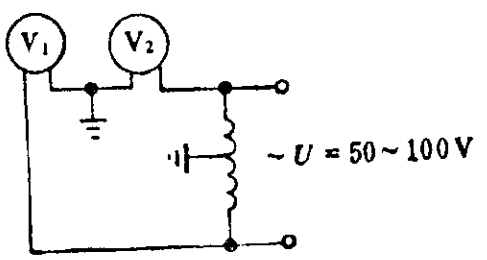
（1）绕组对机壳接通（俗称接地）故障的检测和检修

绕组绝缘损坏，绕组中的导线和机壳、铁心相碰，就造成接地故障。这时机壳会带电，电机运行时发出“嗡嗡”声，振动和发热加剧。如果一相绕组有两处接地，绕组一部分被短路，如果两相绕组有两处同时接地，就会引起相间短路，造成严重的后果。因此绕组对地故障应及时检测和排除。

绕组接地故障的原因大致有：1）绕组绝缘受潮，失去绝缘作用；2）电机长期过电流，绕组过热而烤焦绝缘，以至开裂脱落；3）绕组在嵌线、接线时擦伤和擦破绝缘，造成隐患；4）铁心的硅钢片松动或有尖刺等，损坏绕组绝缘；5）运行中曾发生定转子铁心相擦，使铁心过热而烧焦槽楔和绝缘物；6）绕组端部过长，安装不小心和端盖相碰；7）引出线绝缘损坏，和机壳相碰；8）连续起动次数过多。

接地故障的检测方法如表10-6。

表 10-6

方 法	内 容
1.观察法	1.观察绕组端部接近槽口处是否有绝缘破裂和焦黑的痕迹
2.灯泡检查法	2.拆开三相绕组之间的连接片，使之互不接通。检查时把小灯泡和电池串联，一根引线接机壳，另一根引线分别接各相绕组的出线头，如果灯亮，说明该相绕组接地
3.万用表或兆欧表法	3.检查步骤基本上同2。如果发现绕组对机壳的电阻很小或为零，则该相绕组接地
4.两电压表法	4.用方法3确定接地故障相后，如右图用两电压表测量电压V_1，V_2，按下式确定接地的线圈序号n： $n=\frac{V_1}{V_1+V_2}N$ 式中 N——相线圈总数。 

接地故障的修理方法为：1）接地故障在槽口处，但无严重烧伤，可在导线与铁心之间插入Y系列电机所用的槽绝缘材料，然后涂刷绝缘漆；2）如果接地点在槽内，则应拆修绕组重嵌；3）如果整个绕组受潮严重，接地点较多，可把整个绕组拆下换新的；4）若接地因硅钢片凸出割破绝缘造成，则应敲去凸出的钢片，并把割破的绝缘重新包好、刷漆。

（2）定子绕组短路故障的检测和检修

常见的短路情形有：1）同相绕组内的线圈匝间短路；2）两相邻线圈间短路；3）一个极相绕组线圈的两端之间短路；4）两相绕组之间的短路。

形成绕组短路的原因是：1）修理时嵌线不小心，把电磁线的绝缘层擦破，或焊接接头时，温度高、时间长，或熔化的焊锡掉下，烫坏电磁线外层的绝缘物；2）绕组绝缘严重受潮，未经烘干就直接接入电源，导致绕组绝缘击穿；3）电机长期过电流运行，绝缘受热焦化，振动后开裂脱落，失去绝缘作用；4）极相组之间的连接线或引出线的绝缘不良、或被击穿而损坏；5）绕组端部或槽内双层绕组的相间绝缘未垫好，或击穿损坏；6）绕组端部过长，碰触端盖；7）连续起动次数过多或操作过电压击穿绝缘；8）绕线时拉线太紧，或边绕边扭损坏电磁线绝缘；9）嵌线后整形时，用金属工具直接敲打线圈，损伤导线绝缘；10）电机的绝缘处理不适应电动机的使用环境等。

绕组短路故障的检测方法如表 10-7 。

短路绕组修理方法如表 10-8。

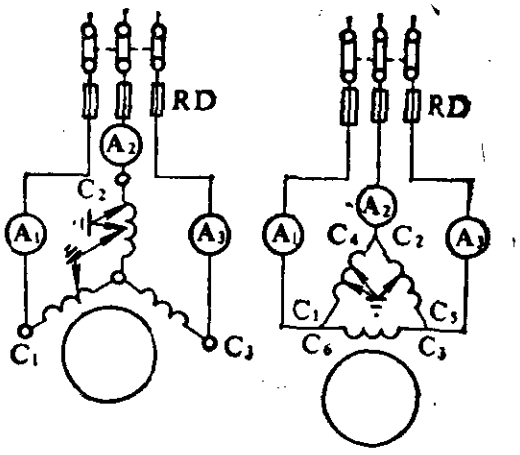
10.5.2 绕组的断路故障检测和检修

（1）定子绕组的断路故障检测和检修

这类故障有：1）绕组导线断路；2）一相绕组断路；3）并绕导线中有一根或几根断路；4）并联支路断路等。

造成断路故障的原因有：1）制造和修理时操作疏忽，或接线头焊接不良，运行时接头处过热而松脱；2）绕组受到碰撞、振动或机械应力而断裂；3）由于储存保管不善，霉烂腐蚀或被

表 10-7

方　法	内　容
1.兆欧表或万用表法	1.用兆欧表或万用表检测任意两相绕组之间的绝缘电阻，若电阻几乎为零，则表明该两相短路
2.电流表法	2.在定子上施加（1/3～1/2）U_N（绕线型）或（1/3～1/4）U_N（笼型）的交流电压，如右图接线。Y接法时，若C_2-O一相绕组中存在短路，则A_2读数大于A_1和A_3的读数；△接法时，若C_1-C_4相绕组中存在短路，则A_1和A_2的读数大于A_3的读数。如果各相电流读数差别不大，可适当提高电压，但熔断器RD或保险丝的熔丝限流值应不超过电机的铭牌电流  若用右图测定相间接地短路时，外施电压为50～100V，A_1和A_2的读数大于A_3（Y接法），或A_1和A_3的读数大于A_2（△接法）
3.电阻检查法	3.当绕组短路较严重时，可用电桥测各相绕组的直流电阻，若某相的阻值较小，则可能存在短路故障
4.短路侦察器法	4.取出电机的转子，将侦察器铁心的开口部分放在定、转子铁心的槽口上，若槽内线圈无短路，则侦察器的电流表读数小；若有线圈短路，则电流表的读数增大。把侦察器沿定子铁心内圆或转子铁心外圆逐槽移动检查，便可查出短路的线圈
5.匝间绝缘试验仪检测法	5.有条件的单位，可采用匝间绝缘试验仪（如ZJ-5型匝间耐压试验仪，温州电工测试设备厂生产）

老鼠啃坏；4）匝间短路或接地故障未及时发觉，长期运行中故障处过热而熔断；5）并绕导线中有几根或一根导线断线，运行中其余的导线过热而烧断。

断路故障的检测方法如表10-9。

断路绕组的修理方法与短路绕组修理相同。

（2）转子绕组的断路故障检测和检修

表 10-8

方　法	内　容
1.端部修理法	1.（1）接线错误而导致短路，拆开接头，重新连接；（2）连接线的绝缘套管破裂，可将绕组适当加热，撬开引线处，重新套好绝缘套管或用绝缘材料垫好；（3）端部短路处，可在两线圈端部交叠处插入绝缘物；对绝缘损坏的导线，包上绝缘布
2.拆修重嵌法	2.在故障线圈所在槽的槽楔上，刷涂适当的溶剂(丙酮40%，甲苯35%，酒精25%），约半小时后，抽出槽楔和逐匝取出导线，用B级聚酯胶带将绝缘损坏处包好，重新嵌回槽中。如果故障发生在底层导线中，则必须将妨碍这项修理工作的邻近上层线圈边的导线取出槽外，待有故障的线匝修理完毕后，再依次嵌回槽中
3.局部调换线圈法	3.（1）同心式绕组的上层线圈损坏，可将绕组适当加热软化，完整取出损坏的线圈，仿制相同规格的新线圈，嵌到原来的线槽中去；（2）对于同心式绕组的底层线圈及双层叠绕组线圈，采用“穿线修理法”；（3）对于单层链式或交叉式绕组，在拆除故障线圈之后，把上面的线圈端部压下来填没空隙，另制一组导线直径和匝数相同的新线圈，从绕组表层嵌入原来的线槽内
4.截除故障点法	4.对于匝间短路的一些线匝，在绕组适当加热后，撬开并从两侧端部截断短路的导线，并小心抽出槽外，接好余下线匝的断头，并进行绝缘处理
5.去除线圈法或跳线法	5.这种方法会造成电机三相电磁不平衡，恶化了电机性能，不应采用

转子绕组断路的原因有：1）绕线转子并头焊接不良、电刷损坏或电刷卡在刷握中未与集电环接触、短路装置接触不良等；2）笼型转子铸铝质量差，产生断条、缩孔、砂眼和夹层；3）不适当的频繁起动和正反转。

转子绕组断路故障的检测方法如表10-10所示。

笼型转子断条后，建议重换同规格的转子，或到专业修造厂修理。

10.5.3 绕组接错的检测

电动机绕组修理时，若对绕组的连接规律不熟悉，或工作疏忽，容易使绕组接错，如线圈组接反或线圈嵌反，致使电动机起

表 10-9

方　法	内　容
1.万用表或兆欧表法	1.把电机出线盒内的连接片取下，用万用表或兆欧表测各相绕组的电阻，电阻大到几乎等于绕组的绝缘电阻时，表明该相存在断路故障
2.灯泡检查法	2.小灯泡与电池串联，两根引线分别与一相绕组的头尾相联(有并联支路，拆开并联支路端头的连接线，并绕的则拆开端头，使之互不接通)，若灯不亮，表明绕组断路
3.电压表法	3.如右图所示接线，在有断路故障相绕组上，施加 220 V 的单相交流电压。带两根探针（探针锋利，可刺破绝缘）的电压表，一根探针与电源线头接通，另一根依次插入线圈组接头处。当探针经过故障线圈组时，电压表读数为电镀电压

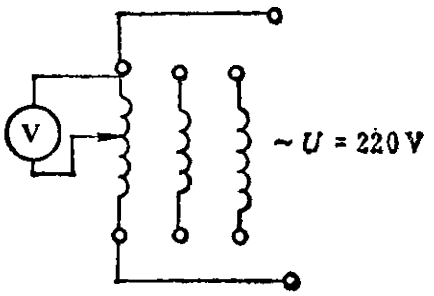


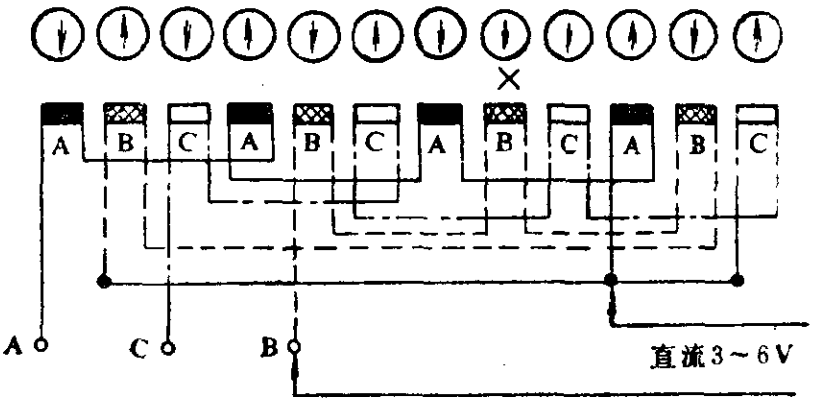
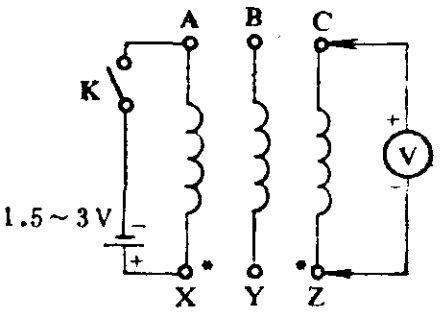
表 10-10

方　法	内　容
1.外表检查法	1.对IP23防护结构，可在电机起动时观察定转子之间气隙中是否出现火花，若有火花，则取出转子，检查转子铁心表面和端环，是否有过热变色或断裂处
2.电流表法	2.对定子施加三相对称的低电压（约为38 V），在定子的一相中串接电流表，用手将转子慢慢转动，若电流表的指针发生较大的周期性摆动，表明转子绕组断路
3.转子质量检查仪法	3.有条件的单位，可采用“ZL-1铸铝转子检查仪（杭州微电机厂生产），检查转子绕组断路的部位

动困难、三相电流不平衡、发出特殊的响声，绕组温升急增，不一会就出现焦臭味并冒烟。

绕组接错故障的检测方法如表10-11。

表 10-11

方　法	内　容
1.滚珠检查法	1.取出转子，定子绕组施加三相交流低电压，若滚珠不沿定子内圆周表面上旋转滚动，表明绕组有接错故障
2.指南针检查法	2.把 3-6 V 的直流电源通入绕组的一相，如下图所示，用指南针沿定子内圆周表面依次移动检查。当指南针点向相邻的两个极相组指示的极性不变时，说明有一极相组接反。若指南针经过某一极相组时，指向不定，表明该组内有接反的线圈
3.干电池法	 3.首先用万用表找出各相绕组的接头，然后如右图接线。当合上开关K的瞬间，毫伏表的指针应指示正向(大于 0)，否则，将两探棒(表笔)调换，使表针正向摆动。这时，电池的“+”极与表头的“－”极同为头或尾(同名端)。同理经过两次试验，便可找出三相绕组的头尾。毫伏表也可用万用表的毫安档代替 

10.6 Y 系列电动机常见故障分析

10.6.1 起动故障分析

电动机的起动故障包括不能起动或不能加速至额定转速，其原因如表10-12。

10.6.2 过热故障分析

电动机过热的原因不外乎电机损耗大和通风散热差，具体原

表10-12　电动机不能起动的原因及处理方法

原因及故障现象	处　理　方　法
1.控制设备接线错误	1.核对接线图，加以纠正
2.供电线路二相断电、二相熔丝熔断、开关和起动设备接触不良、电机二相绕组断路。电机无任何音响，不能转动	2.检查供电线路，控制设备及保护装置，检测绕组，排除故障
3.电机“欠相”，不产生起动转矩，但有“嗡嗡”声	3.检查供电线路，控制设备及保护装置，检测绕组，排除故障
4.电压过低（1）电网电压低，（2）供电线路导线线径过细，导线太长或接头过多，起动时线路压降大；（3）补偿器抽头选用不当	4.检查电网电压和起动时电机的端电压，更换导线和补偿器的抽头
5.转子绕组断路：（1）绕线转子绕组一相断路，电机起动困难，且只能起动至1/2额定转速；（2）笼型转子绕组断条数占转子总导条数的1/7左右时，电机不能起动，即使空载起动后，也会发出时高时低的“嗡嗡”声，且无力带负载	5.用表10-10所述方法检查转子绕组
6.定子绕组或绕线转子绕组有短路、断路故障，使电机起动转矩小，不能带负载起动，有时通电后，熔丝会熔断	6.按表10-7所述方法检查，并按表10-8介绍的方法修理
7.电机定子绕组接线错误，如接反，起动转矩小，不能带负载起动，往往带负载起动时一合闸就跳闸或熔丝熔断。即使空载起动后，则产生强烈的电磁声，三相电流不平衡，空载电流大于额定电流	7.按表10-11所述方法检查，然后排除故障
8.负载静转矩过大或传动机械有故障：（1）皮带拉得太紧，加剧了摩擦；（2）定转子相擦；（3）被带动机械有故障，如本身转动不灵活，或被卡住。这时电机不能起动，且有“嗡嗡”声	8.更换大功率的电动机或减轻负载；调整皮带的松紧程度；检查被带动机械的故障，并排除
9.电机不能起动至额定转速：（1）极数不对；（2）转子断路；（3）改极时槽配合不当，产生同步附加转矩，使电机在$(1/7\sim 1/13)n_s$处爬行	9.测出转速，若转速为$1/2\,n_s$，表明2极接为4极或转子断路；若转速为$(1/7\sim 1/13)n_s$，说明产生同步转矩或异步转矩

因如表10-13所示。

表10-13 电动机过热原因及处理方法

原因及现象	处理方法
1.电源方面的原因 （1）电源电压过高，对YH和YZ、YZR系列导致空载电流超过额定电流，而使电机过热 （2）电压过低，对Y(IP44)、Y(IP23)系列，当电网电压比额定电压低20%以上，且负载率为0.8左右时，就会超过额定电流而过热 （3）电源电压不平衡率大于3%。当电源电压不平衡率大于3%，损耗增加26%左右，电机会过热 （4）电源断相	1.检查电源电压的大小及不平衡率，按本手册的表9-5～表9-7进行估算分析。并改进供电质量
2.负载方面的原因 （1）功率匹配不当，电动机长期过负载运行； （2）负载持续率选得不对，如JZ、JZR系列用于特重工作的吊车，却选用对应FC=25%的功率，就会过载；或60min的短时定额，选用FC=60%的对应功率，也会过载；S4工作制的机械选用S3工作制同样的功率，由于未考虑起动损耗，电机也会过热； （3）机械本身故障，如转动不灵活，卡住等	2.测量运行中的定子电流，校核负载持续率和进行发热校核（表9-30），检查负载机械故障并及时排除。按本手册9.8所述方法选择合适的功率
3.电动机本身的原因 （1）定子绕组断相，对于Y接法电动机，断相后电流增加1.5～2.3倍，对于△接法电动机，其中一相的电流最大可增加2～2.4倍 （2）并联支路中一条支路断路，造成三相电流不平衡，损耗增大，电机过热 （3）电机绕组短路，大的短路电流使电机过热 （4）△接法误接为Y接法运行，在负载率＞0.7时，电流将超过额定电流的1.2倍，长期运行，电机会过热	3.按表10-7、10-10、10-8所述方法检绕组，并予处理，将Y接法改为△接法。排除电机本身的机械故障

（续）

原 因 及 现 象	处 理 方 法
（5）电机本身的机械故障，如定转子相擦；电机转动不灵活；轴承走内圆和走外圈…等	
4.通风散热不好的原因：	4.洗擦电机，减少热辐射；装好风扇、挡风板和风罩，移开防碍通风的物件，保持气流通畅
（1）环境温度过高或受强烈的热辐射；	
（2）电机内部尘垢太多；	
（3）风罩或挡风板未装；	
（4）进风口被挡住或堵住（如户外使用时，用塑料布裹住电机）；	
（5）风扇损坏或装反；	
（6）IP44电机的散热筋缺损太多；	
（7）电机外壳积尘太多，散热筋之间的风沟被堵	

10.6.3 空载电流过大或极不平衡的原因分析

Y系列电动机的基本系列，7.5kW以下，空载电流$I_0<0.6I_N$，7.5kW及以上，$I_0<0.4I_N$。表9--23列出了Y(IP44)系列I_0的参考值。Y系列空载电流不平衡度<10%。

空载电流过大或极不平衡的原因如表10-14所示。

10.6.4 轴承及故障分析

在电动机的机械故障中，轴承的损坏占较大的比例。轴承过早失效，往往是由于安装基础不稳固、机械传动装置不妥善、过分的振动、杂质侵入、润滑脂过多或过少、安装与拆卸不合理等原因造成的。Y系列电动机均采用滚动轴承，应保证电动机在运行过程中润滑良好，一般运行5000h后，应补充或更换润滑脂（Y132机座以下采用封闭轴承不必更换润滑脂），全系列均采用ZL-3锂基润滑脂（标准号SYB1043-59），润滑脂加入量要适当，即对2极电机，填充轴承内外圈之间空腔的1/2，对4、6、8、10极电机，填充到空腔的2/3。

Y(IP23)和Y(IP44)系列电动机采用的轴承规格如表10-15和10-16所示。

表 10-14

原因及现象	处理方法
1.电源电压过高，或Y接法电机误接成△，使I_0过大	1.检测电源电压，检查绕组接法，并改正
2.定、转子之间的气隙大于规定值（见表2-11和表2-12），使I_0过大	2.测量气隙，并检查是否将2极的转子装入4极电机，定转子是否相擦过。必要时更换转子
3.定转子铁心未对齐，转子产生过大的轴向位移，使I_0过大	3.对齐铁心，调整轴向位移量
4.电机修理时，绕组匝数减少，或节距减小，线圈组或绕组反接，使I_0增大或极不平衡	4.测相电阻，用指南针探测，查出故障，予以排除
5.三相电压不平衡，使空载电流不平衡，如电压不平衡率为3%，I_0的不平衡率可达40%以上	5.检查电源，调整单相负载，使三相电源实际对称
6.绕组断路、短路或接反，都会造成I_0极不平衡	6.按11.5所述方法查出故障，予以排除
7.电机修理时，用火烧铁心，取下绕组，致使铁心过份氧化，I_0增大	7.修理时尽量不采用火烧铁心

表10-15 Y系列（IP23）电动机轴承规格

机座号	极数	轴承规格		轴承尺寸
		主轴伸端	非轴伸端	（内径×外径×宽度）
160	2	211Z_1	211Z_1	55×100×21
	4、6、8	2311Z_1	311Z_1	55×120×29
180	2	212Z_1	212Z_1	60×110×22
	4、6、8	2312Z_1	312Z_1	60×130×31
200	2	213Z_1	213Z_1	65×120×23
	4、6、8	2313Z_1	313Z_1	65×140×33
225	2	214Z_1	214Z_1	70×125×24
	4、6、8	2314Z_1	314Z_1	70×150×35
250	2	314Z_1	314Z_1	70×150×35
	4、6、8	2317Z_1	317Z_1	85×180×41
280	2	314Z_1	314Z_1	70×150×35
	4、6、8	2318Z_1	318Z_1	90×190×43
315	2	316Z_1	316Z_1	80×170×39
	4、6、8、10	2319Z_1	319Z_1	95×200×45

表10-16 Y系列（IP44）电动机轴承规格

机座号	极数	轴承规格		轴承尺寸（内径×外径×宽度）
		主轴伸端	风扇端	
80	2、4	180204Z_1	180204Z_1	20×47×14
90	2、4、6	180205Z_1	180205Z_1	25×52×15
100	2、4、6	180206Z_1	180206Z_1	30×62×16
112	2、4、6	180306Z_1	180306Z_1	30×72×19
132	2、4、6、8	180308Z_1	180308Z_1	40×90×25
160	2	309Z_1	309Z_1	45×100×25
	4、6、8	2309Z_1		
180	2	311Z_1	311Z_1	55×120×29
	4、6、8	2311Z_1		
200	2	312Z_1	312Z_1	60×130×31
	4、6、8	2312Z_1		
225	2	313Z_1	313Z_1	65×140×33
	4、6、8	2313Z_1		
250	2	314Z_1	314Z_1	70×150×35
	4、6、8	2314Z_1		
280	2	314Z_1		
	4、6、8	2317Z_1	317Z_1	85×180×41
315	2	316Z_1	316Z_1	80×170×39
	4、6、8、10	2319Z_1	319Z_1	95×200×45

Y系列电动机的轴承故障分析如表10-17所示。

表 10-17

故障、原因、现象	处理方法
1.轴承破裂，运行中可听到“咕噜”和“梗、梗”的声音，轴承部位发热严重，甚至使定转子相擦，其原因是：（1）轴承与转轴或与轴承室配合不当，安装时用力过大；（2）拆装轴承不合理，如硬敲、硬打轴承外圈	1.更换损坏的轴承，按本手册3.4所述安装轴承
2.轴承变色。轴承的滚珠或滚柱，内外圈变成蓝紫色。原因是：（1）轴承盖和轴或轴承在运转中相擦；（2）轴承与转轴之间配合不当，如轴承内圈与轴配合过松，运转时内圈相对转轴运动(俗称走内圆)，同理轴承外圈与轴承室配合过松，运转时会“走外圆”；（3）传动的皮带过紧，或联轴器不同心；（4）润滑脂干涸。上述原因，均使轴承摩擦加剧而过热	2.查明原因，使实际配合公差达到本手册第二章所述的要求。更换合乎要求的润滑脂。做法是将轴颈喷涂金属或在端盖轴承室镶套。调节皮带松紧或校正联轴器

（续）

故障、原因、现象	处理方法
3.珠痕：轴承滚道上产生与滚珠形状相同的凹痕。原因是（1）安装方法不正确；（2）传动皮带拉得过紧	3.更换轴承，调节皮带松紧，按本手册3.4所述安装
4.震痕、类似于珠痕的凹形，但痕迹较广，程度较浅。原因是电机定转子相擦所产生的振动造成	4.检查定转子是否相擦，排除故障
5.麻点：轴承使用期过长或润滑脂中混入金属屑之类的杂质，使电机的噪声和振动增大	5.更换轴承
6.锈蚀：水汽或腐蚀性气体进入轴承内部而锈蚀，原因是清洗不当或密封不符要求。电机噪声和振动增大	6.更换轴承

轴承的极限游隙如表10-18。

表 10-18

mm

轴承内径	20～30	35～50	55～80	85～120
极限磨损游隙	0.1	0.15	0.2	0.3

10.6.5 其他故障分析（表10-19）

表 10-19

故障、原因、现象	处理方法
1.绕线转子电动机集电环上火花过大 （1）电刷牌号或尺寸不符合要求； （2）集电环上有污垢杂物； （3）电刷压力太小或电刷在刷握内卡住或放置不正	1.（1）更换合适的电刷；（2）清除污物，烧灼严重时应进行金加工；（3）调整电刷压力，改用大小适当的电刷，把电刷放正；（4）检查电刷和刷盒的配合间隙①
2.外壳带电： （1）接地不良； （2）绕组受潮或接线板污垢太多	2.（1）按要求接地；（2）测绝缘电阻，若阻值太低，绕组进行烘干处理；修复损坏的绝缘，清理接线板
3.定子铁心故障 （1）齿端沿轴向朝外胀开而松弛。运行时发出嘶嘶噪声和振动。原因：两端压圈压力不够；拆修绕组时，拉导线而使齿弹开。 （2）铁心局部过热。原因硅钢片过大毛刺或凹陷，使钢片短接	3.（1）加圆盘钢圈，用双头螺丝夹紧，使弹齿恢复原状；（2）去毛刺，修平凹陷；（3）更换铁心；（4）加定位螺丝，将铁心固紧

（续）

故障、原因、现象	处理方法
（3）铁心整个过热：原因：除绕组故障引起铁心过热之外，是铁心变质。 （4）铁心在机壳内松动，电机运行时发出不正常的响声、振动增大。原因：铁心与机座配合不当，定位螺丝松动	
4.转子铁心故障（与定子铁心大致相似）常见的是转子铁心与转轴配合不紧，出现配合面和键松动，使铁心相对转轴产生位移，电机在运行和起动中出现不正常的响声，振动增大，气隙中有时冒火花和烟雾，电机发热增加，严重时，电机停转	4.查明故障，及时检修
5.转轴故障：轴弯曲、轴的铁心档磨损、轴颈磨损、轴裂纹和断裂。原因：拆装转子和皮带轮时硬打硬敲，受力不均；安装时电机的轴线和被传动机械的轴线不在一条直线上；严重过载、冲击；轴本身的材料和机械加工上的缺陷等	5.更换或修复转轴
6.机座故障：机座变形、散热筋缺损、机座破裂和内端面止口处损坏。原因：制造、搬运、使用和拆修不慎，受机械碰撞	6.更换或修复
7.端盖故障：止口损伤变形、产生裂缝或搭耳断裂；原因：制造、搬运、使用和拆装时发生过重的机械性碰撞、安装不当（如固紧螺丝松紧不均），轴的强烈震动等	7.更换或修复端盖

① 电刷和刷盒的配合间隙：

电刷截面	宽度方向间隙（mm）		长度方向间隙（mm）	
8 × 8 以下	最小	最大	最小	最大
	0.02	0.17	0.05	0.25

电刷压力：约为 15～27KPa，恒压弹簧的压力应在 3～10N 之间

10.7 Y系列电动机的重绕

对于Y系列电动机，本手册已给出主要系列的绕组数据，Y(IP23) 系列见附录 1 的附表 1；Y(IP44) 系列见附录 2 的附表 2；YX 系列见表 5-3；YR 系列见表6 -4、6-5。重绕时，只

要按表中的数据，选择相应的线径、节距、绕组形式和并联支路即可。

10.7.1 重绕的步骤

（1）记录数据

在拆除旧绕组之前，必须详细记录铭牌、绕组和铁心有关数据，填入表 10-20 所示记录单中。

表 10-20

铭牌数据	绕组及铁心数据
1.送修单位： 2.铭牌数据： 型号____ 功率____ 转速____ 接法____ 电压____ 频率____ 电流____ 绝缘等级____ 出厂编号____ 制造厂名____ 出厂日期____	1.绕组数据：绕组型式____ 线圈节距____ 并联支路数____ 导线线径____ 并绕根数____ 每槽导体数____ 线圈匝数____ 线圈端部伸出长度____ 2.铁心数据：定子铁心外径____ 定子铁心内径____； 定子铁心长度____； 定子槽数____

（2）拆除旧线圈

拆除时，应保存几只不变形的完整线圈，作为选择线模的参考。拆除旧线圈时切忌火烧铁心。

（3）重换新绕组

一般按旧绕组数据进行，即绕组形式、节距、导线直径，每槽导线数、并联支路数、接线方法均和旧绕组相同。

新线圈绕制好以后，按照嵌线、接线、焊接、绝缘处理、装配、试验等程序进行工作、直至试验合格，重绕修理才算完成。绝缘处理参照本手册 3.7 节所述的方法进行。绝缘规范按本手册 2.7 节所述。

10.7.2 绕组展开图

在重绕时，最好是绘制绕组展开图。下面介绍展开图的简易绘制法。

（1）单层绕组的展开图

1）同心式单层绕组展开图

首先按每极每相槽数 q 和绕组的跨距，确定每相所属槽号，把槽号分为数行，行数等于极数，从上至下，每两行为一组。每组的第一行槽数号自左至右由小到大依次排列，第二行每极相组的槽号从右至左依次增大。相序为A C B。连线的方法为：每组上下行同列槽号为同一线圈，用垂直线段联接，相邻列表示相邻线圈，用斜虚线相联，进电、出电均以箭头表示，箭头指向槽号，表示进电；箭头背向槽号，表示出电。A、B相从上行最右槽进电，C相从下行最左槽号进电。

例 2极，30槽，节距1-16、2-15、3-14，$q=5$，$a=1$，试绘制同心式绕组展开图。如上所述，绘得展开图如图10-2。

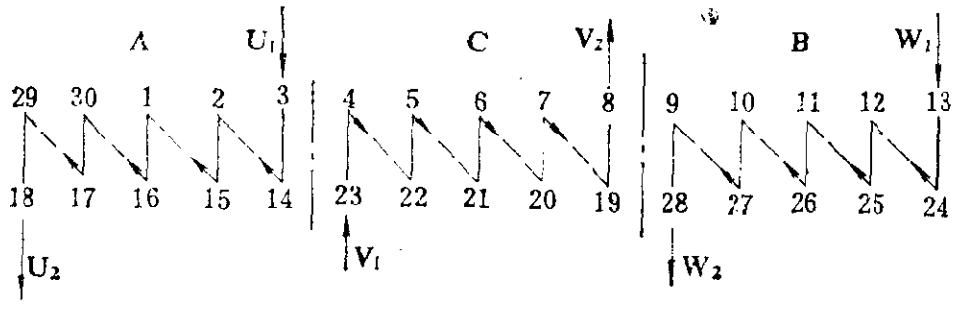


图 10-2

同心式绕组展开图传动绘法，如图10-3、10-4。

（2）单层交叉式绕组展开图

单层交叉式绕组的特点是端部叉开着向两个不同的方向排列，顺着线圈中的电流方向把各线圈联起来。因此在绘制展开图时，首先按每极每相槽数 q，从小至大，把槽号均分为2 p 行（p 为极对数），每行的槽数为3 q。然后把2 p 行均分为3列，从左至右依次以A、C、B表示。A、B列第一行的起始槽号与第2 p 行的最后槽号相联，C组的第2 p 行上移成第一行，再把起始槽号与末行的最后槽号相联，余下的槽号用实线向左下方斜联，表示同一线圈，用虚线垂线表示线圈之间的联线。A、B组进电，

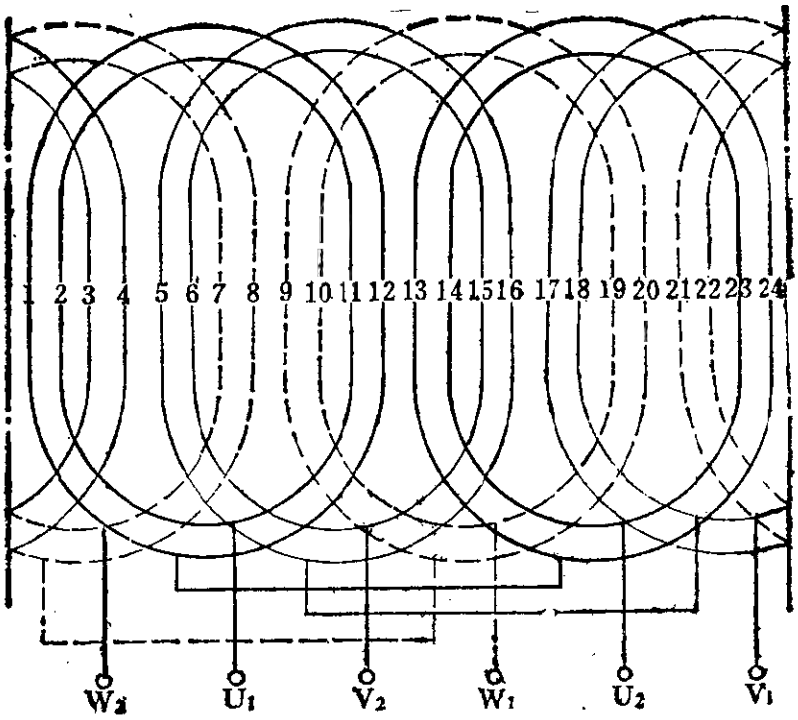


图10-3　2极，24槽，节距1-12、
2-11单层同心式展开图

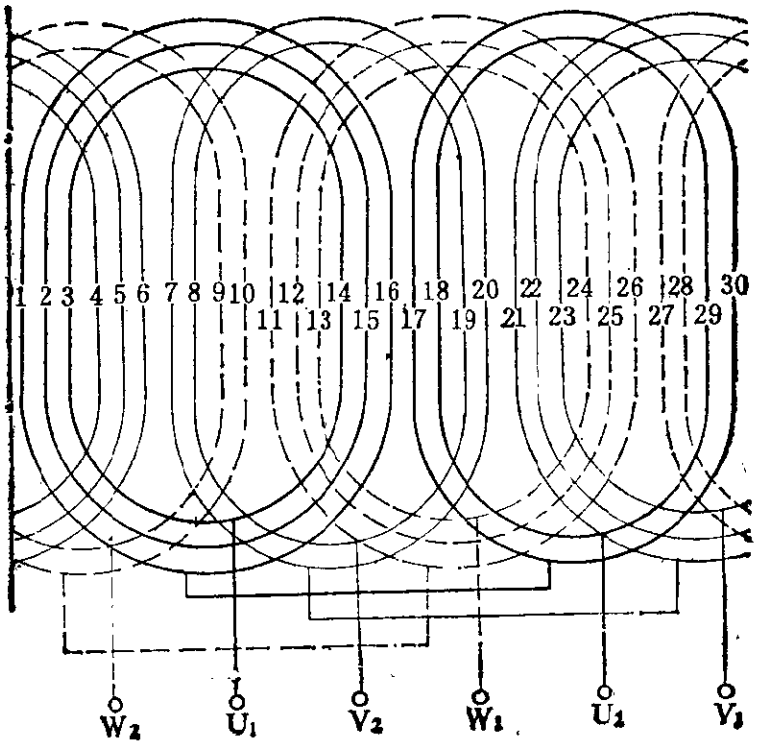


图10-4　2极，30槽，节距1-16、2-15、
3-14、17-30、18-29单层同心式展开图

均为第2行的起始槽号，C组为第四行（4极以上）或第二行（2极）的起始槽号进电。箭头含义与同心式相同。按此方法，绘得4极，36槽，节距30-1、2-10、3-11，$q=3$的单层交叉式绕组展开图，如图10-5所示。

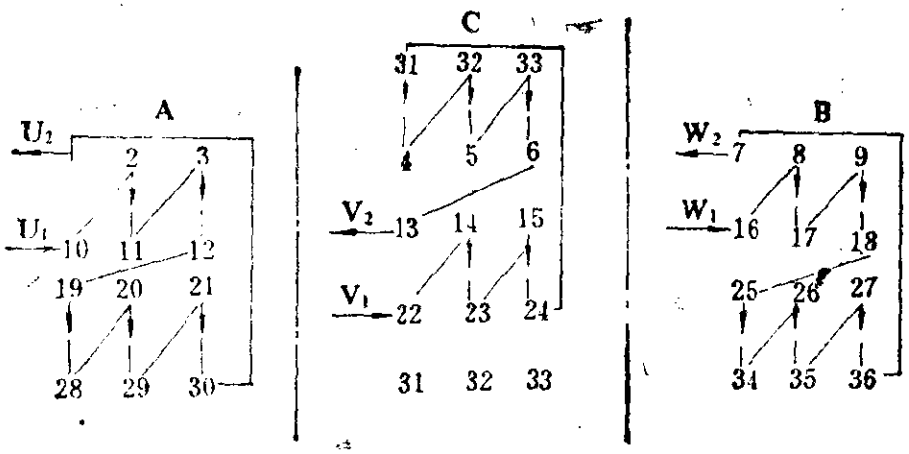


图 10-5

传统方法绘制的展开图如图10-6和10-7所示。

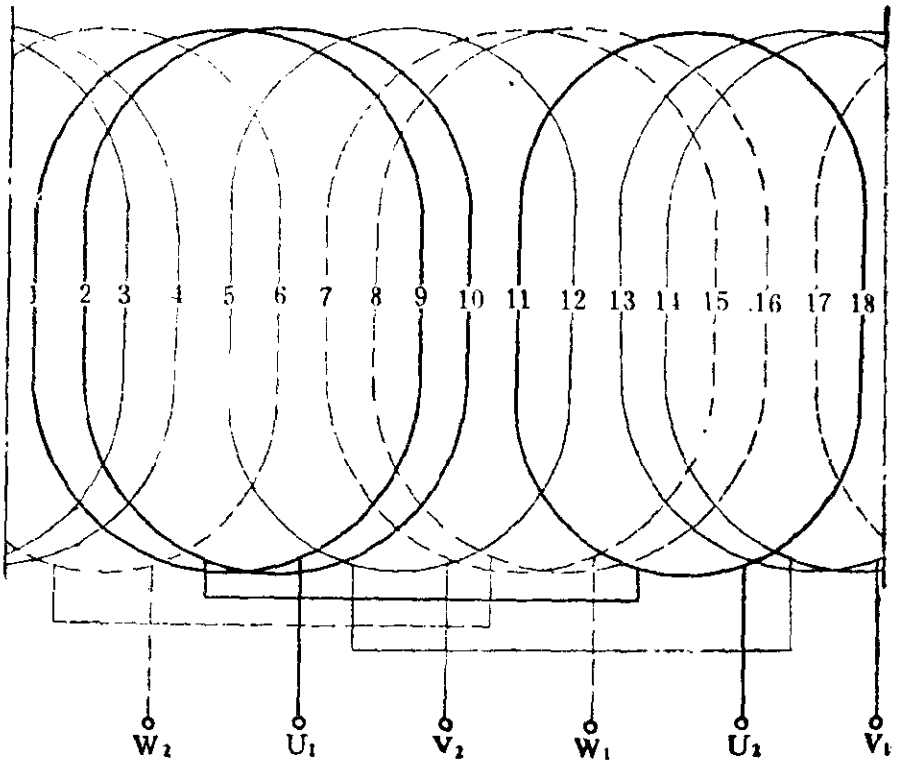


图10-6 2极，18槽，节距1-9、2-10、11-18单层交叉式

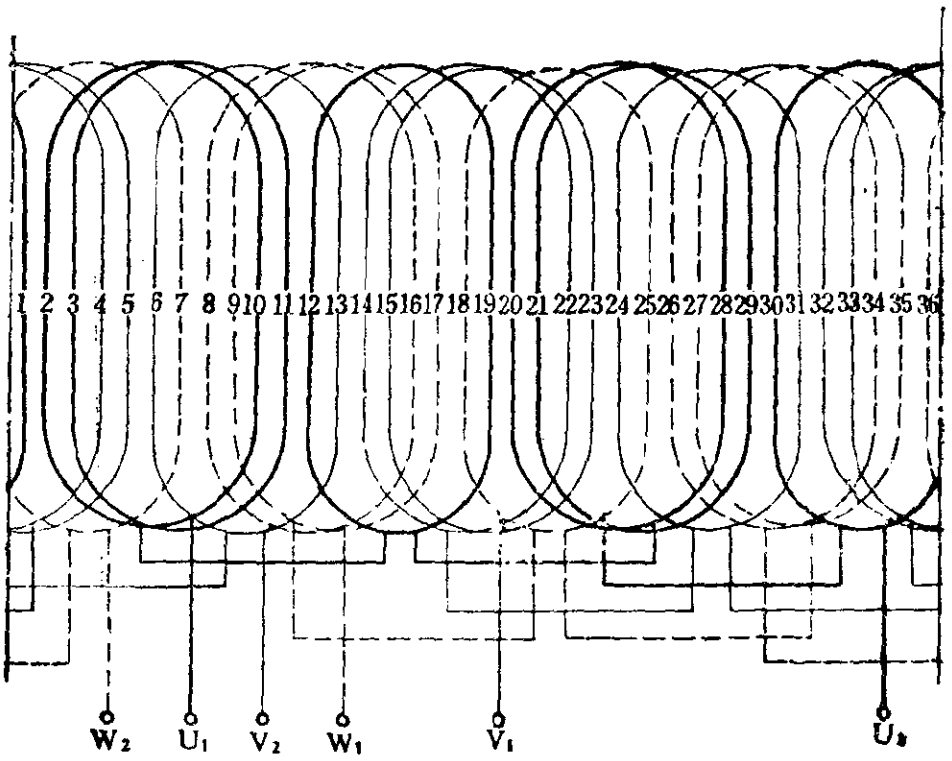


图10-7　4极，36槽，节距30-1、2-10、3-11单层交叉式

（3）单层链式绕组的展开图

单层链式绕组的展开图的绘制规律和单层交叉式相同。绘得6极、36槽、节距1-6、$q=2$单层链式绕组的展开图如图10-8所示

传统方法绘制的展开图如图10-9、10-11所示。

（4）双层叠绕组的展开图

双层叠绕组的展开图，可采用数列法表示。首先把全部槽号均分为$2p$行，每行为$3q$个槽号，从左至右均分为三列，以A、C、B表示。此为上层边。然后在第一行起始槽号（取为1）下，按跨距填入下槽边的起始槽号（即为跨距号，如跨距1-14，即取14），从左至右，按$2p$行依次与完全部下层边的槽号。用实线连接每一极下的上、下层边槽号，表示线圈；用虚线表示线圈之间的联线。A、C、B各列最左边的上层槽号表示线圈组的头，最右边的下层边为尾。线圈组之间的联接，采用尾-尾，头-头或头

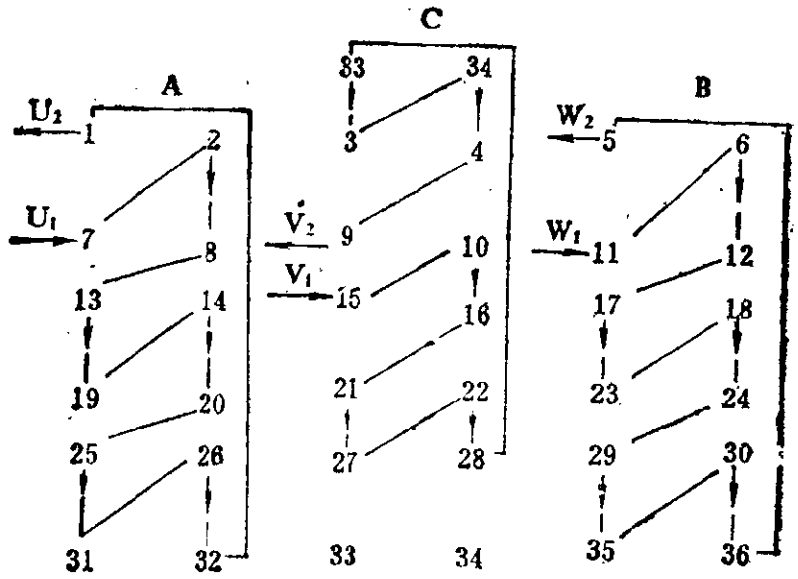


图 10-8

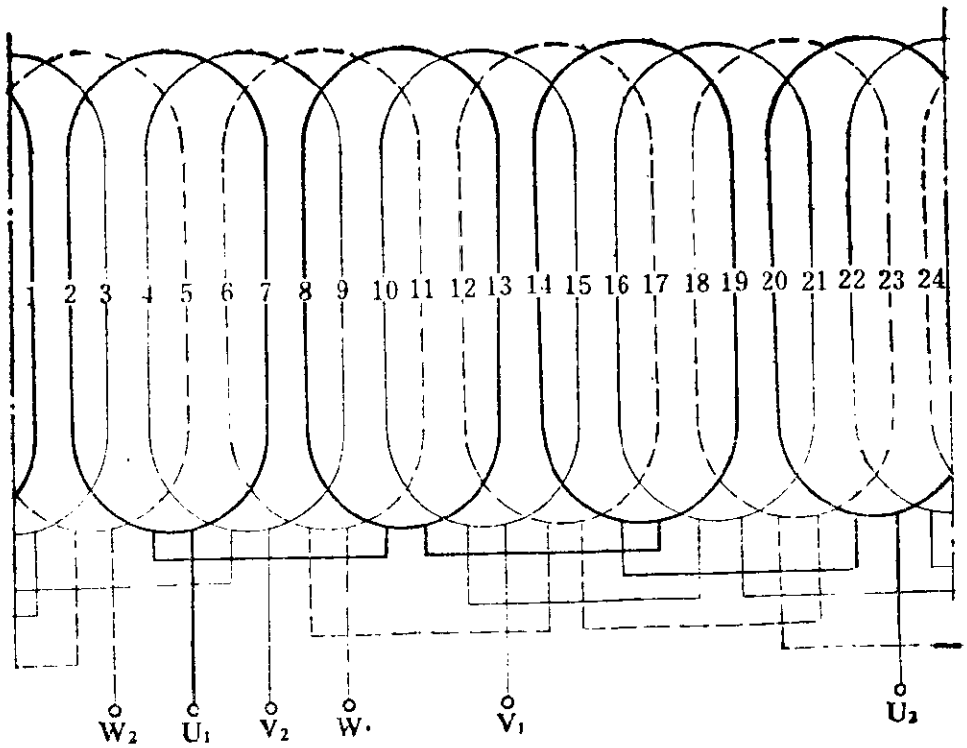


图10-9 4极、24槽、
节距1-6单层链式展开图

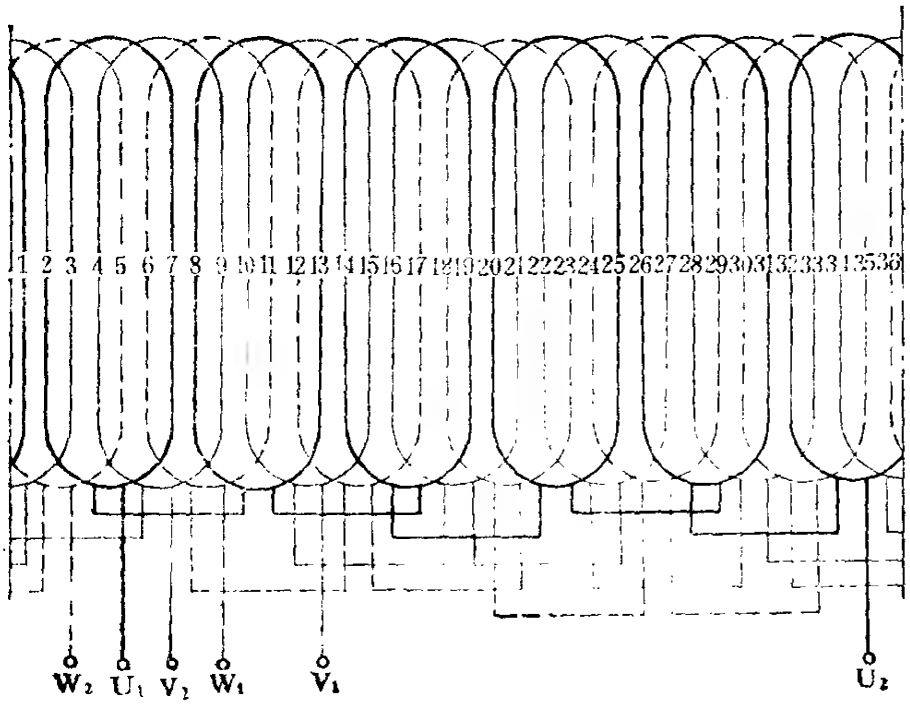


图10-10　6极、36槽、节距1-6单层链式展开图

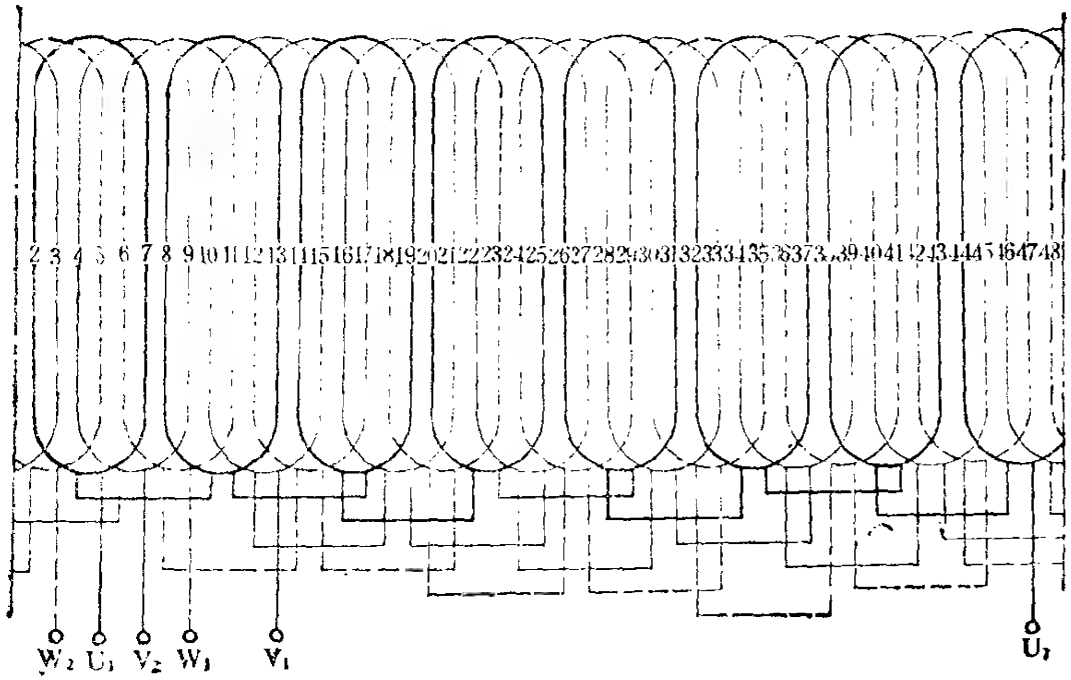


图10-11　8极、48槽，节距1-6单层链式绕组展开图

-尾相联，形成所需的并联支路数。A、B列，通常从第一行的最左边上层槽号进电；C列从上层边第二行最左边的槽号进电。三相绕组的引出线，应从相隔 120° 电角度的槽中引出。

按上述规律，绘得2、4、6、8极典型的双层叠绕组展开图，如图 10-12～10-15 所示。

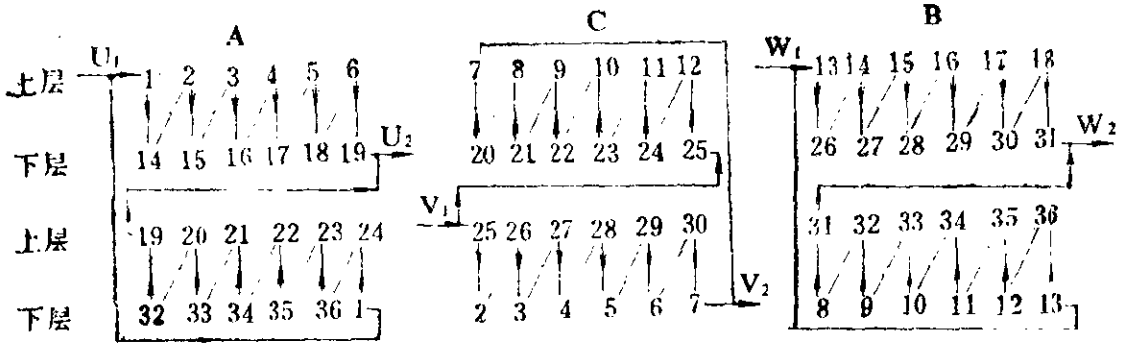


图10-12　2极，36槽，跨距 1-14，$q = 6$　$a = 2$ 双层绕组展开图采用头尾联接，若 $a = 1$，则采用尾-尾联接法

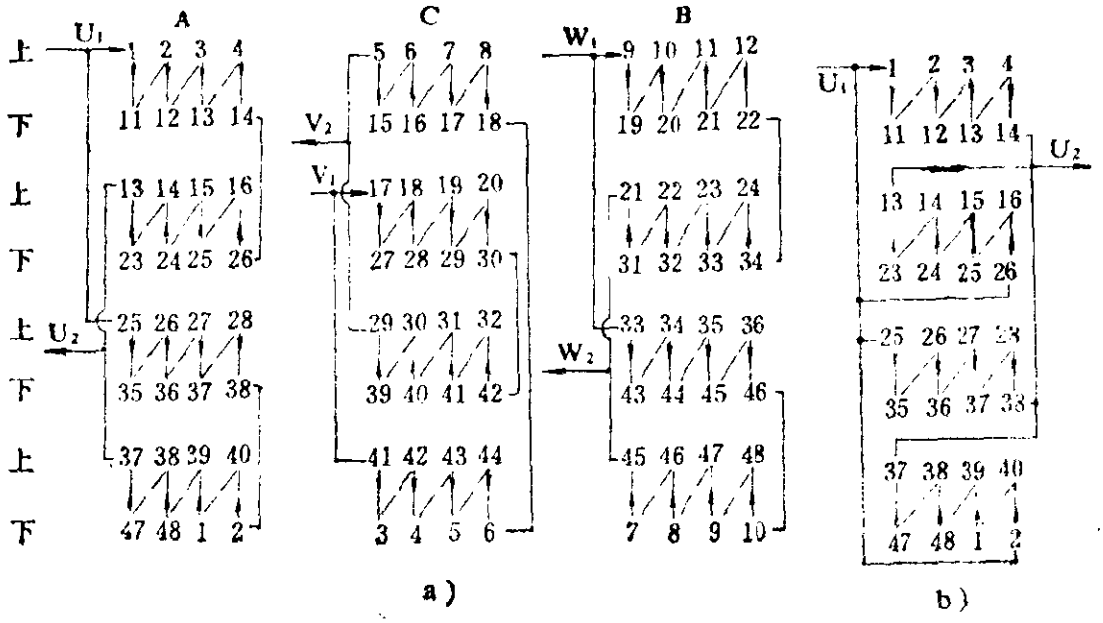
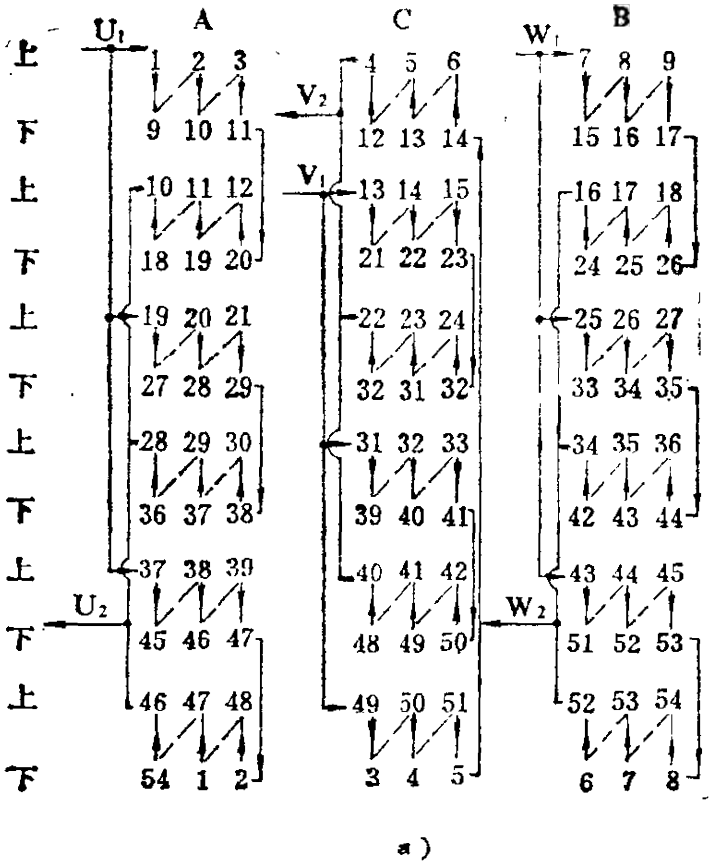
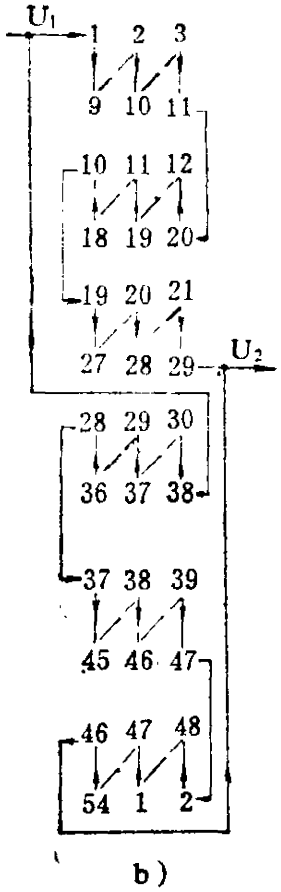


图10-13　4极，48槽，跨距 1～11，$q = 4$　$a = 2$ 双层绕组展开图。采用头-头、尾-尾联接法。$a = 4$ 时采用头-尾、尾-头联接法。以A相为例示于图b



a)



b)

图10-14　6极，54槽，跨距 1～9，$q = 3$，$a = 3$，双层叠绕组展开图。采用头-头，尾-尾联接法。$a = 2$ 时采用尾-头，头-头联接法，以A为例示于图b

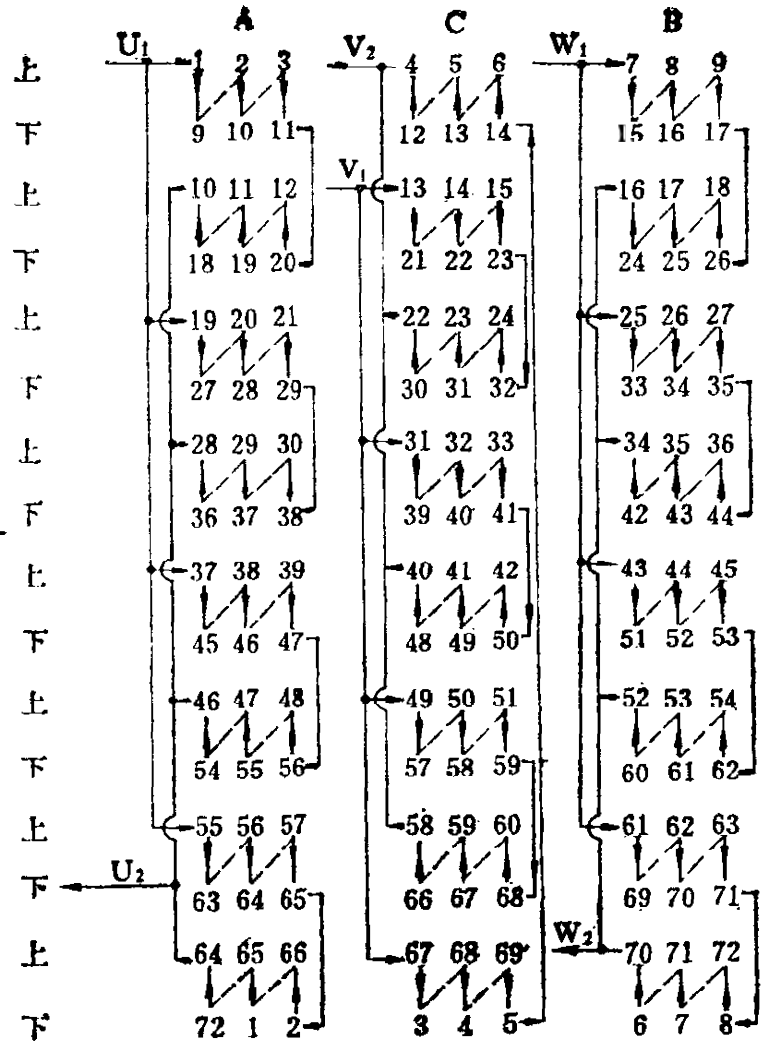


图10-15　8极，72槽，跨距 1～9，$q = 3$ $a = 4$，双层叠绕组展开图。采用头-头，尾-尾联接。当 $a = 8$ 时，采用头-尾，尾-头接法

10.7.3 绕组的端部接线图

由 10.7.2 所述的绕组展开图，很容易画出端部接线图。首先在一圆上，画出 3 ×2 p 等分，按逆时针方向，标出A、C、B、A、C、B…（熟悉后，可不标出），按展开图绘出端部联线和引出线。以 2 极电机为例，对照图 10-12，绘得端部接线图如图 10-16所示。

Y系列电动机典型的绕组端部接线图如图 10-17～10-23。

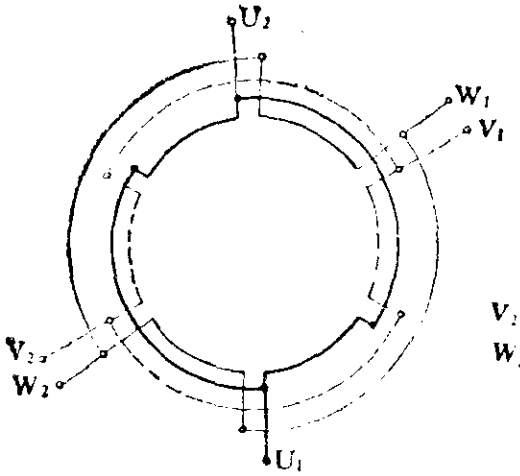


图10-16　2 极，a = 2

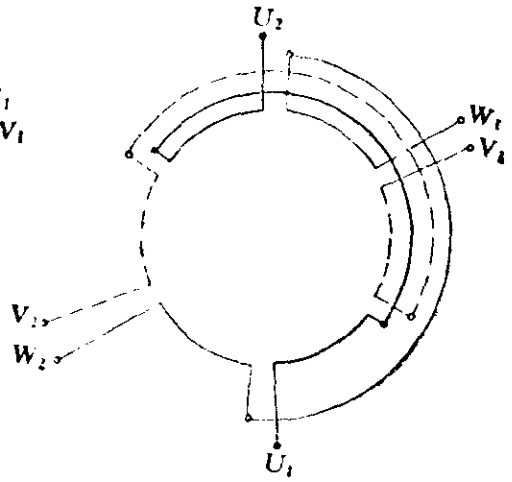


图10-17　2 极，a = 1

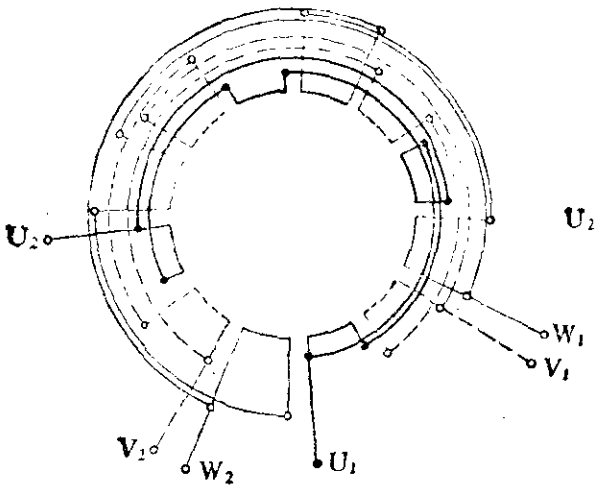


图10-18　4 极，a = 2

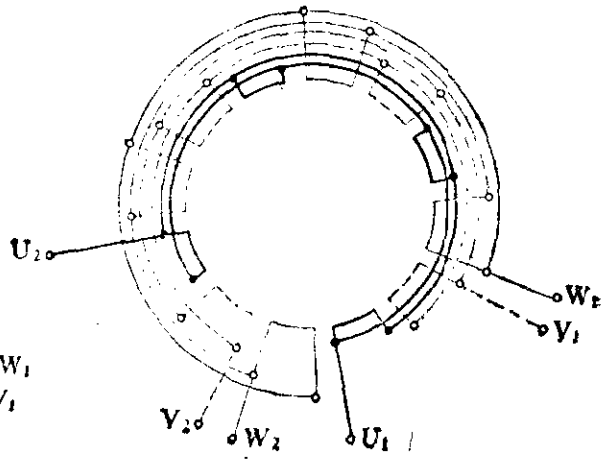


图10-19　4 极，a = 4

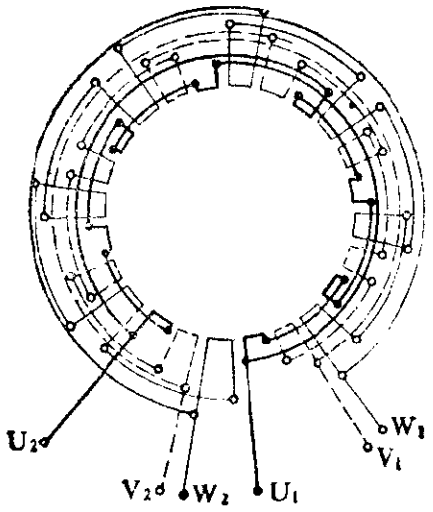


图10-20　6 极，$a = 2$

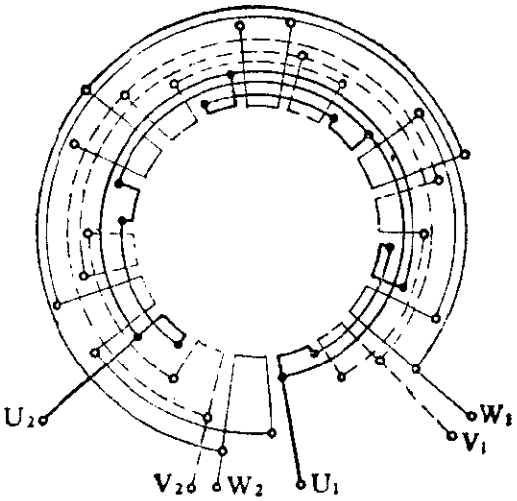


图10-21　6 极，$a = 3$

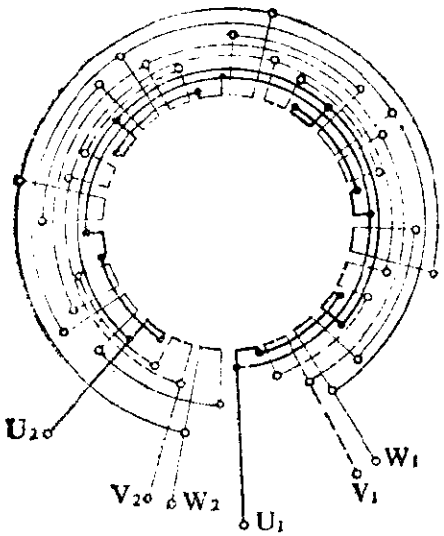


图10-22　8 极，$a = 2$

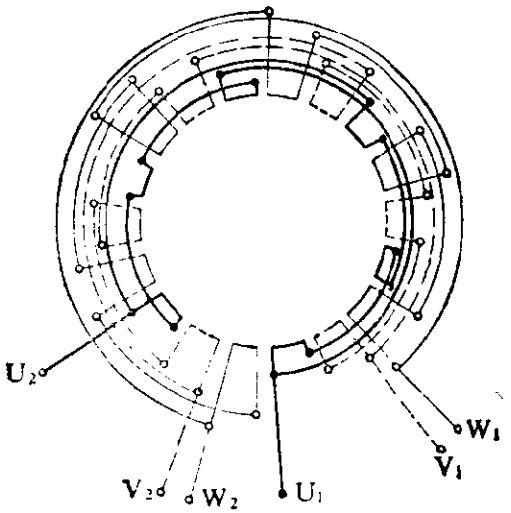


图10-23　8 极，$a = 4$

10.7.4　线端标志与旋转方向

（1）电机线端标志

根据 GB1971-80 规定，Y 系列电机线端标志应按 图 10-24～图 10-32 方式标示。

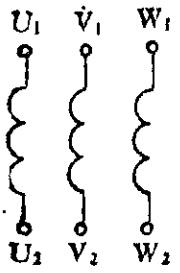


图10-24 单绕组，6个线端

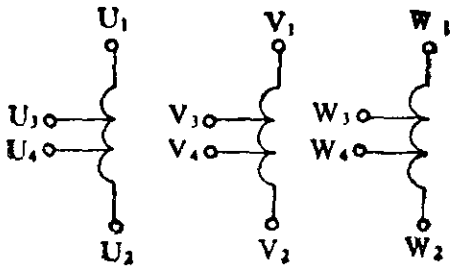


图10-25 有分接线组，12个线端

注：这里假定初级线圈在定子上。如初级在转子上，*U*、*V*字母应用于转子绕组。

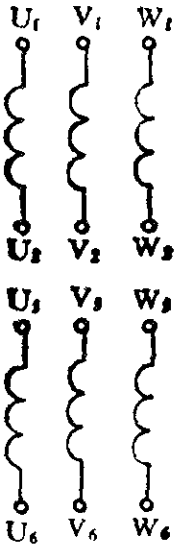


图10-26 供串、并联用的绕组，12个线端

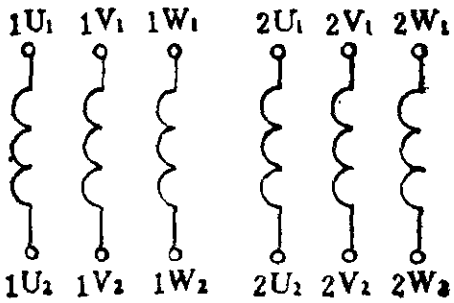


图10-27 对不供串、并联用的绕组，各6个线端用于双速变极电机；双绕组；前置数字大小用以区别高速和低速

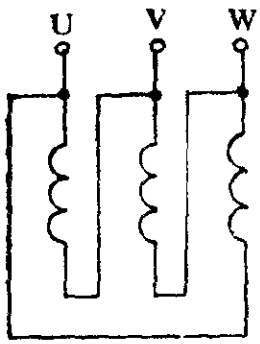


图10-28 三角形接绕组，3个线端

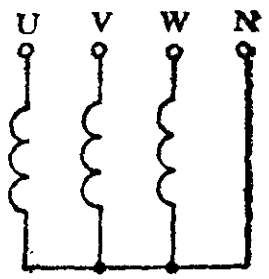


图10-29 星形接绕组，4个线端

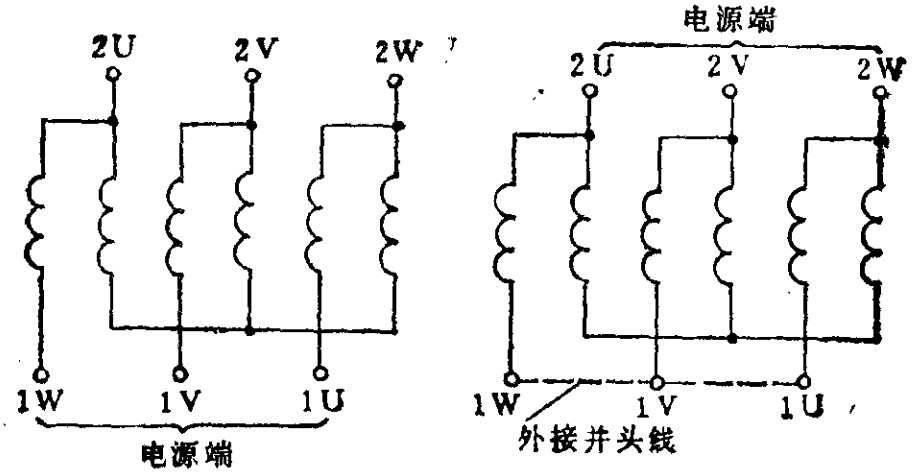


图10-30　双速绕组，6个线端

1.接电源的线端前置数字大小用以区别高速和低速
2.线端字母顺序与旋转方向的关系见5（1）款

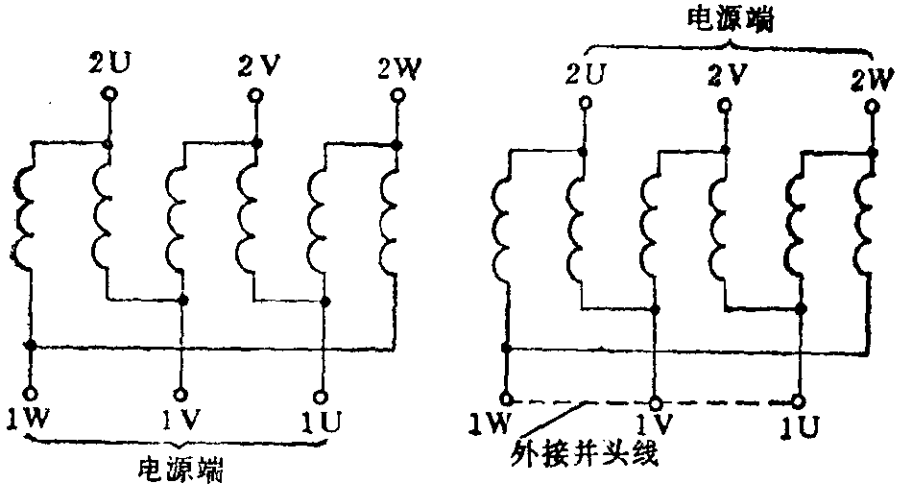


图10-31　双速绕组，6个线端

（2）旋转方向

Y系列电机在相组线端字母顺序与端电压相序同方向时，电机应为顺时针方向旋转（即应站在电机轴伸端方向看，如一端有集电环，则应在集电环的另一端看）。

10.7.5　绕组线径的代用

在电机绕组重绕时，有时找不到与原导线线径相同的电磁线，这时，可采用改变并绕导线根数的办法，保持重绕后导线的有效截面积不变。有时改变并绕根数仍然不符合要求，则可同时改变并联支路数。不同线径的导线相互代用时的换算表如表10-21。

例　Y180M-4　18.5kW，原来$N=2$　$d=\phi 1.18$mm，

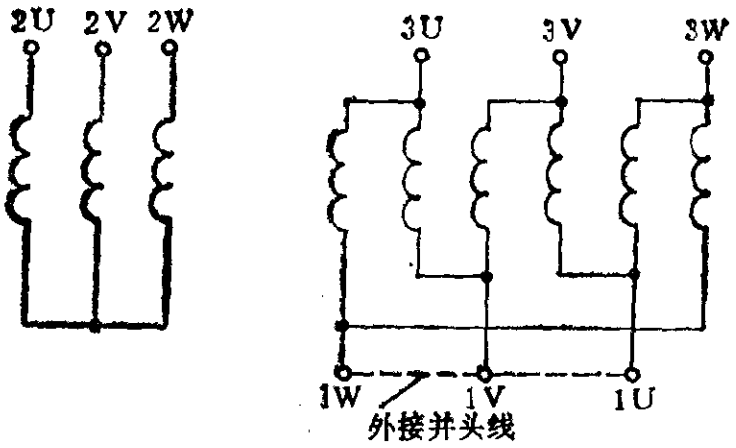


图10-32　变极三速电机的两套绕组，其中一套和图 10-30 相同，可得最高和最低两个速度，另一套单独的绕组产生中间速度，共 9 个线端。前置数字与速度的顺序相同

另外绕线型异步电动机转子*的三相绕组线端标志根据定子线端标志作如下的更换：

U 换成 K
V 换成 L
W 换成 M
N 换成 Q

注：*这里假定初级绕组在定子上。如初级绕组在转子上，则定转子上的 U、V、W、N 和 K、L、M、Q 标志应对调。

表　10-21

代用方法	改变导线并绕根数		改变并联支路数	
	原来	改　后	原来	改　后
并绕导线根数	N	N'	N	$N'=N$
并联支路数	a	$a'=a$	a	a'
单根导线线径	d	$d'=\sqrt{\frac{N}{N'}}d$	d	$d'=\sqrt{\frac{a}{a'}}d$
每槽导线数	Z_1	$Z_1'=Z_1$	Z_1	$Z_1'=Z_1\frac{a'}{a}$

重绕时，无此线径，如何选其他线径代用：

解：由表 10-21 的公式，得 $N'=3$ 时的线径 d'：

$$d'=\sqrt{\frac{2}{3}}\times 1.18=0.963 \quad \text{mm}$$

从表 2-32 查得 ϕ1.00 和 ϕ0.95mm 都较接近，若原电机的槽满率高，则选用 ϕ0.95mm的导线三根并绕，若槽满率不太高，最好选用 ϕ 1.0mm 三根并绕。

10.7.6 嵌线要点

（1）交叉式绕组嵌线

1）先嵌第一相线圈双圈的下层边，封槽（整理槽内导线，插入槽楔），上层边暂不嵌（起把），紧接着嵌另一个双圈的下层边，上层边也不嵌入。

2）隔一槽，嵌第二相单圈的下层边，封槽，上层边起把。

3）隔二槽，嵌第三相双圈的下层边，当节距 $Y = 1\text{-}9$ 时，把上层嵌入第一相双圈下层边的前两槽中，封槽，垫好相间绝缘，紧接着嵌另一个大线圈的上层边和下层边。

4）再隔一槽，嵌第一相的单圈下层边，并把上层边嵌入空槽中（节距 1-8），封槽，垫好相间绝缘。

5）隔二槽，嵌第二相的双圈下层边，上层边按节距 1-9 嵌入槽中，封槽，垫好相间绝缘。一、二、三相依次先嵌双圈，然后空一槽，嵌单圈，空二槽，再嵌双圈，再空一槽，接着嵌单圈，再空二槽，然后嵌双圈……，一直嵌完。

（2）链式绕组嵌线

1）先嵌第一相第一个线圈的下层边，封槽，上层边起把。

2）隔一槽，嵌第二相第一个线圈的下层边，上层边起把。

3）隔一槽，嵌第三相第一个线圈的下层边，上层边嵌入第一相第一个线圈嵌入第一相第一线圈下层边所占槽的前一槽中（$Y = 1 - 6$），封槽，垫相间绝缘。

4）隔一槽，嵌第二相第二个线圈的下层边，上层边嵌入槽中，封槽，垫相间绝缘。以后第二、第三相按空一槽嵌一槽的方法，轮流将一、二、三相的第一个线圈嵌完，最后把第一、二相的第一个线圈的起把边嵌入。

（3）同心式绕组嵌线

1）先嵌第一相线圈的小圈下层边，再嵌大圈下层边，封槽，上层边起把。

2）隔二槽，嵌第二相线圈的小圈和大圈的下层边，封槽，上层边起把。

3）隔二槽，嵌第三相线圈的小圈和大圈的下层边，上层边嵌入第一相小圈下层边的前一槽中（$Y=2$-11），大圈的上层边嵌入小圈的前一槽（$Y=1-12$），整好端部，封槽，垫相间绝缘。

4）隔二槽，嵌第一相的另一组线圈的小圈、大圈下层边，上层边嵌入前面空槽（$Y_{小}=2-11$，$Y_{大}=1-12$），整好端部，封槽，垫相间绝缘。按空二槽嵌二槽的方法，依次把其余的线圈嵌完，最后把第一、第二相的起把线圈的上层边嵌入槽内。

（4）双层叠绕组嵌线

1）先嵌第一极相组的下层边，用层间绝缘盖好，上层边起把，然后用压线板将槽内导线压紧。

2）再嵌第二极相组和第三极相组（同上）。

3）按图纸规定的节距嵌入其余的下层边和上层边，直到全部下层边嵌完之后，方可把开始起把的线圈边嵌入上层，封槽。

10.8 Y系列电动机保护及操作设备的选择

10.8.1 笼型异步电动机起动控制设备的选择

笼型异步电动机，有直接起动和降压起动两种方式，需根据

表10-23 Y系列电动机单台

额定功率(kW)	额定电流(A)	熔断器 RT0 熔管/熔件	熔断器 RM10 电流(A)	磁力起动器 QC10-型号/热元件电流(A)	Y-△起动器型号	补偿起动器型号
0.75	1.8～2.3	100/30	60/15	-2/6 3		
1.1	2.5～3.2	100/30	60/15	-2/6 3.5		
1.5	3.5～4	100/30	60/15	-2/6 4.5		
2.2	4.7～5.8	100/30	60/15	-2/6 6.5		
3	6.4～7.7	100/30	60/30	-2/6 10		
4	8.2～9.9	100/30	60/25	-2/6 10	QX3-13	
5.5	11～13.3	100/40	60/35	-3/6 15	QX3-13	
7.5	15～17.7	100/50	60/45	-3/6 20	QX3-13	QJ3-10
11	21.8～25.1	100/60	100/60	-3/6 25	QX3-13	QJ3-14
15	29.4～34.1	100/80	100/80	-4/6 35	QX3-30	QJ3-17

容量比的大小来选择，如表 10-22。

表 10-22

容量比 = 电动机功率(kW) / 供电变压器容量(kVA)	0.3以下	0.3～0.58	0.58以上
起动方法	直接起动：采用闸刀开关、铁壳开关、磁力起动器、自动断路器等	Y-△起动控制器降压起动	自耦降压起动，即补偿器起动

10.8.2 笼型异步电动机保护电器的选择

电动机的保护，分为过载保护、短路保护、欠相保护等，总之要保护电机不因过热而烧毁。熔断器主要起短路保护作用，自动断路器和热继电器，则能起过载保护用，三极热继电器，还能起欠相保护。选择保护电器，重要的是选择整定电流值。常用的低压保护电器有熔断器 RT0 和RM10，自动断路器 DZ10，三极热继电器 JR0……等。

10.8.3 Y系列电动机保护及操作设备配套表 见表10-23。

保护及操作设备配套表

自动断路器型号/热元件电流(A)	铁壳开关型号/熔体电流(A)	热继电流型号/整定电流	交流接触器 CJ10	导线截面(铜芯)(mm^2)	铁管直径(mm)
DZ5-20/330, 3	HH4-15/3, 6	JRO-20/3D 2.0	CJ10-5	1	16
DZ5, 3	HH4-15/3, 6	3.0	CJ10-5	1.5	19
DZ5, 4.5	HH4, 10	3.8	CJ10-5	2.5	19
DZ5, 6.5	HH4, 15	5.3	CJ10-5	2.5	19
DZ5, 10	HH4, 15	6.9	CJ10-10	2.5	19
DZ5, 10	HH3-15/3, 15	9.0	CJ10-10	2.5	19
DZ5, 15	HH3-30, 30	12.2	CJ10-20	4	25
DZ5, 20	HH3-60/3, 40	16.7	CJ10-20	4	25
DZ10-100, 25	HH3-60/3, 50	JRO-60/3D 23	CJ10-40	6	25
DZ10, 40	HH3-60/3, 60	31	CJ10-40	10	32

额定功率(kW)	额定电流(A)	熔断器 RT0 熔管/熔件	熔断器 RM10 电流(A)	磁力起动器 QC10-型号/热元件电流(A)	Y-△起动器型号	补偿起动器型号
18.5	35.5～41.3	200/100	200/100	-4/6 40	QX3-30	QJ3-20
22	42.2～47.6	200/120	200/125	-5/6 50	QX3-30	QJ3-22
30	57～63	200/200	200/160	-5/6 72	QX4-55	QJ3-30
37	69.8～78.2	200/200	200/200	-6/6 80	QX4-55	QJ3-40
45	84～93.2	200/200	200/200	-6/6 110	QX4-55	QJ3-45
55	102.6～103	400/300	350/300	-6/6 110	QX4-55	QJ3-55
75	140	400/300	350/350	-7/6 150	QX4-75	QJ3-75
90	164～167	400/400				
备注						

10.9 派生系列和专用系列电动机的使用和维护的特点

10.9.1 绕线转子电动机的使用和维护特点

对于绕线转子电机，运行中应经常观察电刷火花的大小，检查电刷、集电环表面的磨损情况。当运行中电刷发生火花时，应按表 10-19 所述查明原理和进行处理。

表10-24 电刷技术数据

中心高（mm）	电刷名称	电刷牌号	电刷尺寸（$t \times a \times r$） YR (IP44)	YR (IP23)
132	金属石墨电刷	J164 (JB1474-74)	16×18×32	—
160				16×8×32
180				20×10×40
200			20×10×40	
225				
250			32×12.5×40	32×12.5×40
280				

（续）

自动断路器型号/热元件电流（A）	铁壳开关型号/熔体电流（A）	热继电流型号/整定电流	交流接触器 CJ10	导线截面（铜芯）（mm²）	铁管直径（mm）
DZ10, 40	HH3-100/3, 80	38	CJ10-40	10	32
DZ10, 50	HH3-100/3, 100	JRO-60/3D 44	CJ10-60	16	32
DZ10, 60	HH3-200/3, 150	59	CJ10-100	25	38
DZ10, 80	HH3-200/3, 200	JRO-150/3D 74	CJ10-100	35	51
DZ10, 100		88	CJ10-150	50	64
DZ10-250, 100		103	CJ10-150	70	64
DZ10, 140		140	CJ10-150	95	75
DZ10, 170		165		120	
或选用 DZ 15 和 DZ20 相应的规格		JR16 也有欠相保护功能JR15作一般保护用	或选用 CJ20相应的规格		

当集电环表面被磨损或被火花灼伤发黑时，轻微的可用细砂布小心地打磨光，并将磨料清理干净；严重的（如出现凹槽），则需精车集电环的表面，使粗糙度达到2.5，径向跳动小于0.04mm。刷握底面到集电环表面的距离应保持 3 mm左右。

当电刷磨损到不能保持正常位置和压力时，可按表 10-24 所示的电刷技术数据进行更换。更换后的新电刷与集电环接触面需加工成相应的圆弧，保证电刷与集电环有良好的接触（接触面不小于总面积的 80%）。加工时用细砂布固定在集电环表面，将电刷模拟工况在砂布上磨削成所需的圆弧。

10.9.2 YCT系列电动机的使用和维护特点

（1）联接方式

YCT112～YCT200安装可用弹性联轴器或皮带联接器 YCT225～YCT355用弹性联轴器。

（2）出线端标记

励磁线圈线端标记为 F_1、F_2，测速发电机为 U、V、W。

（3）起动、运行、停机

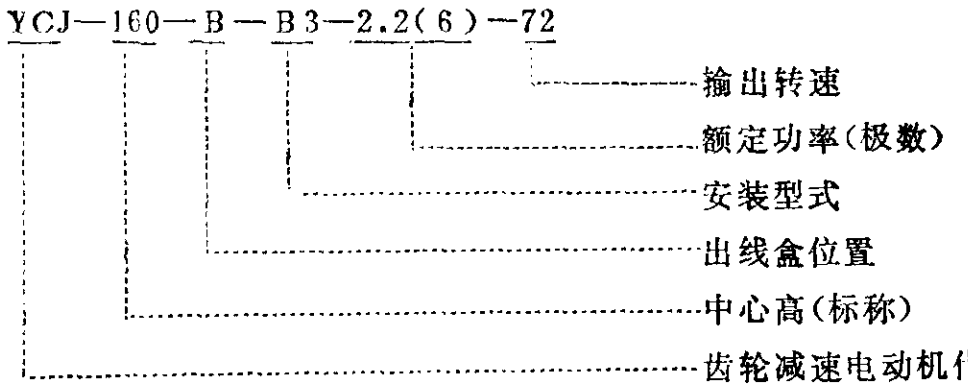
拖动电机可以直接起动。为减小起动电流亦可降压起动，拖动电动机起动后，合上控制器的电源开关，逐渐调节调速旋钮，增加励磁电流，电磁转差离合器的转速逐渐加快，至需要的运行转速。停车时，把调速旋钮调到零位，再停止拖动电机。欲使负载机械迅速停止，可以先停拖动电机，然后再将调速旋钮调节至零位。

（4）注油

本系列电机在H250～355机座范围具有注油系统，分别对电磁转差离合器、电动机轴伸端轴承进行注油。润滑脂最好采用耐高温润滑脂，如二硫化钼润滑脂，也可采用1*钙钠基润滑脂代替。

10.9.3 YCJ系列电动机的使用和维护特点

（1）齿轮减速电动机型号如下表示：



（2）减速器名牌所载功率系指所配套电动机的额定功率，并非出轴实际可提供的输出功率。用户在选择额定功率时，应根据被驱动机械的负载特性和实际需要的出轴功率，并留有适当的裕度。建议参考表10-25确定负载率f，并乘以实际需要的出轴功率P来选定本系列产品的额定功率P_N，即$P_N>f\cdot P$。

（3）减速器齿轮部分为油润滑，在出厂时已注入足够的润滑油（SYB1102-60S），油箱规定第一次换油为2000 h，第二次为6000 h，可换入上述双曲线齿轮润滑油或粘度相当的洁净中型极压齿轮油，或极压工业齿轮油。减速器注油量应与安装型式相适应，必须使实际安装型式与铭牌所标示的安装型式一致。

表10-25 负载率选用参考表

每天运转时间	不频繁起动			频繁起动		
	均匀负载	中等冲击负载	重冲击负载	均匀负载	中等冲击负载	重冲击负载
间歇1/2小时/天	0.50	0.80	1.25	0.90	1.00	1.25
断续2小时/天	0.80	1.00	1.50	1.00	1.25	1.50
连续10小时/天	1.00	1.25	1.70	1.25	1.50	1.75
连续24小时/天	1.25	1.50	2.00	1.50	1.75	2.00

（4）减速器输出轴与被驱动机械间的连接宜采用联轴器，正齿轮或链轮不宜采用斜齿轮、皮带轮。输出轴一般不允许承受轴向力，因此不允许采用直接锤击安装联接件，可利用轴端螺孔旋入螺栓压入联接件。

（5）减速电动机长期存放期限不得超过两年。

10.9.4 YEJ系列电动机的使用和维护特点

（1）使用前的准备

电动机使用前应对制动器进行检查。扳动释放螺栓，看其是否灵活，并能否解除制动，在确认无误时，再接通电源进行空载运行。若电动机接入电源后制动器仍未脱开，此时电动机仍将处在制动状态，必须立即切断电源，以免烧坏电机，检查电磁制动器整流激磁电路，排除故障后再投入试运行。在电动机空载运行一段时间后，应停车检查一次，观察各机械联接部分有无松动；轴承有无过热漏油现象；制动器是否能完全脱开。如在空载运行中有任何不正常现象和响声，应立即停车检查，并作必要的调整和修复，然后再进行负载运行。

（2）制动器气隙的调整

制动器气隙的正常值约为0.3～1.0mm之间，否则应按下列步骤调整（参见图10-33）：

1）取下风罩4和密封圈6。向右旋螺母19，使每个螺母都旋入同样距离，使衔铁9与铁心12的间隙达到规定值（0.5mm

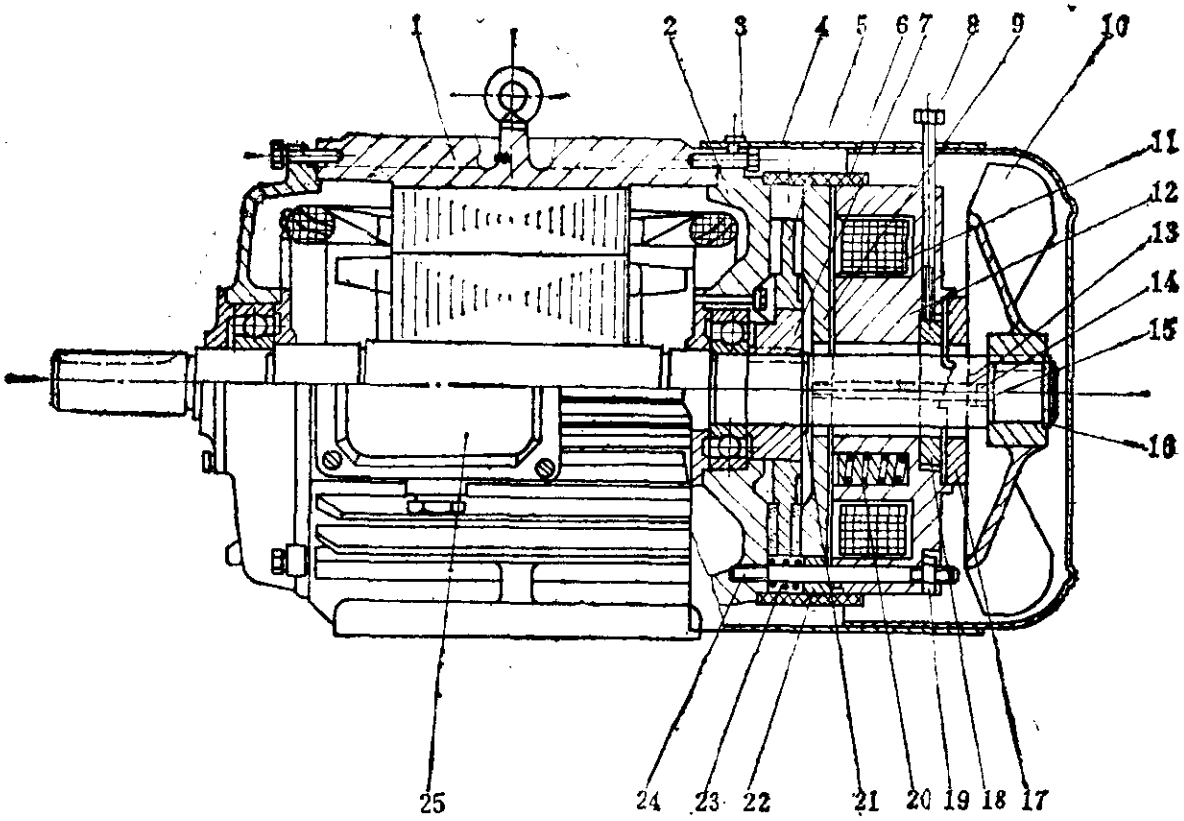


图10-33　YEJ系列电动机结构图

1—电动机　2—端盖　3—螺钉　4—风罩　5—制动盘　6—密封圈　7—滑套　8—释放螺栓　9—衔铁　10—风扇　11—激磁线圈　12—铁芯　13—锥型弹簧　14—螺母　15—双头螺柱　16—挡圈　17—释放盘　18—释放环　19—螺母　20—制动弹簧　21—挡圈　22—压力环　23—反作用弹簧　24—双头螺柱　25—接线盒

注：图中螺纹仍以机械制图旧标准绘制

左右）。

2）重新上好风罩。

（3）摩擦片的更换

当摩擦片的单边磨损 2.5mm 以上时，应按下列步骤更换摩擦片：取下风罩 4 和风扇 10，旋下螺母 19；将制动器线圈引接线拆下；将铁心和衔铁一同卸下；取出制动盘，更换摩擦片。

（4）手动释放机构的原理与使用

向右旋释放螺栓 8，将释放环 18 向下压释放环，通过凸出的斜面，将径向力变为轴向力传给释放盘 17，释放盘 17 通过双头螺栓拉动衔铁使之与摩擦片脱离接触，达到释放的目的。

不需释放时必须将释放螺栓 8，旋回到原位置。以保证制动器有效制动。

10.9.5 YLB系列电动机的使用和维护特点

（1）如果发现电动机防逆装置失去作用时，必须加以检修，清除污物，使它能良好地工作。

（2）经常注意端盖油标的油位。在停机时发现油位面低于油标的一半时，必须补充新油，以保证推力球轴承的可靠润滑和散热。

（3）一般运行 3800 h 左右，应更换润滑油和润滑脂一次（封闭式轴承不必更换润滑脂）。

向心推力球轴承应采用*10机械油，向心球轴承应采用ZL-3锂基润滑脂。

10.9.6 YA系列电动机的使用和维护特点

（1）电动机安装前须进行下列各项检查，若不符合要求，不允许使用。

1）有防爆标志和防爆合格证。

2）电动机的温度组别符合爆炸性混合物场所的要求。

3）须检查电动机的单边气隙是否超过表 7-13 的规定。

（2）电动机的传动方式为弹性联轴器或正齿轮传动（不允许皮带传动）。

（3）电动机一般采用电流保护和温度保护两种。当采用电流保护时，须按铭牌数据 t_E（转子堵住时间）和 I_K/I_N（堵转电流倍数），整定保护装置（如熔断器、自动空气断路器、热保护过电流继电器等）。即选择适当容量的过电流继电器并将其调整到某一整定值，然后验证转子堵住时间 t_E 内，保护装置能否可靠动作。

（4）电动机在运行时，须经常检查外壳表面温度是否超过表 7-11 规定。如果超过规定温度时，应停止运行。

10.9.7 YB系列电动机的使用和维护特点

（1）电动机安装前须进行下列各项检查，若不符要求，不

允许使用。

1）有防爆标志和防爆合格证。

2）电动机的防爆级别和温度等级符合爆炸性混合物场所的要求。

3）所有紧固螺栓已拧紧，弹簧垫圈无丢失，防爆外壳各部件之间联接妥当。

4）所有防爆零件（如机座、端盖、轴、轴承内盖、接线盒座、连通节、接线螺栓、端子套、接线端子、橡皮垫）无裂纹和影响隔爆性能的缺陷（未拆过的电机或部位可不检查）。

5）定子绕组与机座间的绝缘电阻：额定电压为380V时不低于0.38MΩ；额定电压为660V时，不低于0.66MΩ。

（2）电动机传动方式为弹性联轴器或正齿轮传动（不允许皮带传动）。用联轴器传动时，电动机轴与被传动的主机轴中心要保持一致，否则会引起轴承损坏和轴断裂。当用正齿轮传动时，其齿轮节圆直径不得小于轴伸直径的三倍。

（3）接线盒位于机座顶部，接线斗通过连通节和接线盒倾斜连接时，旋转接线盒180°角，可以从另一侧进线。若旋转连通节180°角使接线斗和接线盒座成水平联接，则可以水平方向进线。

（4）根据电动机的电流大小和使用条件正确选用电缆，铜、铝接头。进入接线盒的电缆，直径要与橡皮垫的孔径相符。橡皮垫上切有多个同心圆槽，压紧接线斗后应保证橡皮垫与电缆间和橡皮垫与连通节间无间隙，否则将失去隔爆性能。

（5）铝心电缆不宜直接接入接线端子上，*H*132机座及以上可通过铜铝过渡接头接入。接线用电缆与铝接头的规格见表10-26。

（6）引入的电缆芯线，须用接线压板或弓型垫圈压紧固定，防止电缆窜动。

（7）六端子接线盒，通过连接片，改变接法，可适应两种不同电压需要。

引入六根电缆可适应Y-△起动，有两个进线口的接线盒只

表10-26 接线用电缆和铝线头规格

接线盒规格		M5	M6	M8	M10
机座号		H80～H112	H132～H180	H200～H225	H250～H280
功率（kW）		0.55～4.0	2.2～22	15～45	30～90
电流（A）		1.50～8.0	5.70～42	33～84	61.6～164
电缆	铝芯截面 VLX、XLV	—	16、25	25、35、50	70、95
	铜芯截面 V、VP、W	4、1.5	4、6	25、35	16、25、35
	(mm^2)（上同）		10、16	10、16	50、70
铝接头		—	DTL-16 DTL-25	DTL-25 DTL-35 DTL-50	DTL-70 DTL-95
钢管布线 螺纹规格		M30×2	M36×2	M48×2	M64×2
密封圈外径		φ42	φ58	φ72	φ90
钢管布线密封圈最大钻孔径	主电缆	φ7	φ12	φ15	φ20
	接地电缆		φ8	φ9	φ13

使用一个时，另一个进线口的2 mm厚金属垫片不得除去，以防形成对外通孔。

（8）外接地螺栓应可靠地接地。

（9）电动机运行时，轴承允许温度不得超过95℃(温度计法)，轴承每运行2500 h（约半年）至少检查一次，如发现轴承润滑脂变质必须及时更换，更换前须用汽油将轴承清洗干净，润滑脂采用ZL3锂基润滑脂（SY142-75），2极电机加油量为轴承室净容积1/2，4极以上电机为2/3，轴承规格见表2-27。

(10) 电动机运行时，须经常检查电动机的外壳表面温度是否超过规定的温度。在额定工作状态下，电动机的外壳表面温度，煤矿用不得超过+200℃，但有煤粉堆积在电机外表面时，不得超过+150℃，工厂用不得超过表7-15的规定。

表10-27 轴承规格

机座号	轴承端		非轴伸端	
	2极	4极及以上	2极	4极及以上
80	180204Z_1		204Z_1	
90	180205Z_1		205Z_1	
100	180206Z_1		206Z_1	
112	180306Z_1		306Z_1	
132	180308Z_1		308Z_1	
160	309Z_1	2309Z_1	309Z_1	
180	310Z_1	2301Z_1	310Z_1	
200	312Z_1	2312Z_1	312Z_1	
225	313Z_1	2313Z_1	313Z_1	
250	314Z_1	2314Z_1	314Z_1	
280	314Z_1	2317Z_1	314Z_1	317Z_1

10.9.8 YZ、YZR系列电动机的使用和维护特点

（1）YZ系列电动机可直接起动。YZR系列电动机起动时，转子必须串入附加电阻或电抗，以限制起动电流，被限制的起动电流的平均值应不超过相应工作方式的额定电流的2倍。

（2）YZR系列电动机进行清理和检查时，打开视察窗盖板和除尘孔盖（见图8-1），应把集电环室清扫干净。如果集电环表面有尘埃或油污时，可用浸汽油的抹布把尘埃、油污擦净，待汽油挥发后才允许开车。当电刷磨损到原高度的三分之一时，应更换电刷。

（3）更换的新电刷，应将电刷的圆弧研磨使与集电环铜环圆弧相符，使其实际接触面积应不小于电刷截面的75%。研磨时应用玻璃砂纸（勿用金钢砂）。

10.9.9 YQS 2系列的使用和维护特点

（1）下井前的准备

1）使用的水质条件应与电动机的使用条件一致，如水中含砂量较高时，应选用轴伸端安装单端面机械密封的电动机。

2）配泵检查：电动机和潜水泵的功率配套系数为1.15～1.2；连接尺寸，尤其是轴向尺寸检查，h_3值应在规定范围内。

3）电动机内腔应灌注清水或防锈缓蚀液，充满后静置30 min，当液面不再下降时，方可拧紧加水螺钉。

4）充液12 h后，用500 V兆欧表测量定子绕组对机壳的绝缘电阻，其值不低于200MΩ。

5）电动机引出电缆和外接电缆的联接按8.2.3和图8-23进行。

6）组装前，确定电动机的转向，但电动机每次接通电源时间不超过10～15 s。

7）配备控制保护装置，电流为额定电流的105%时不动作，110%时能动作，大于500%时5 s动作。

（2）试运行

1）电动机的端电压为380±19 V。

2）允许直接起动或降压起动，每两次起动的时间间隔至少为10min。

3）运行中如发现异常情况，应立即停机检查，排除故障后方可继续运行。

（3）维护与检查

1）定期测量定子绕组对地的绝缘电阻。在接近工作温度的情况下，绕组对地的绝缘电阻不低于1 MΩ。绝缘电阻过低，应停机检查。

2）定期检查电源电压和工作电流，电源电压值应在361～399 V范围内，工作电流不超过额定电流的105%。

3）电动机每年拆检维修一次。维修内容包括检查或更换易损件（包括导轴承、止推轴承、密封件）、橡胶调压囊，检查绕组和接头，零部件的防锈处理。

附录 1　Y 系列(IP23)三相异步电动机技术数据

附表　1

功率 (kW)	极数	定子外径 (mm)	定子内径 (mm)	铁心长度 (mm)	气隙长度 (mm)	定子槽数	每槽线数	绕组型式	线规	跨距	并联路数	绕组平均半匝长 (mm)	d_1 (mm)	f_d (mm)	转子槽数	斜槽度	转子内径 (mm)
15	2	290	160	100	0.8	36	24	双层叠绕	2-ϕ1.06、1-ϕ1.12	1～14	1	383	20	64	28	1	70
18.5				125			20		1-ϕ1.40、1-ϕ1.50			408					
22				135			18		1-ϕ1.50、1-ϕ1.60			418					
30		327	182		1.0		32		2-ϕ1.30		2	450		71			75
37				160			27		2-ϕ1.40			474					
45		368	210	155	1.1		24		2-ϕ1.25、1-ϕ1.30		2	504		79			80
55				185			21		3-ϕ1.40			534					
75		400	225	185	1.2		18		3-ϕ1.60			563	25	81			85
90		445	225	170	1.5		16		2-ϕ1.30、3-ϕ1.40			594					

110			195		42	14		4-ϕ1.50、1-ϕ1.60	1～16		619		97	34		
132		493	280	200	1.6		12		6-ϕ1.50			651					100
11				100			54		1-ϕ1.18		2	298					
15		290	187	130	0.55		42		1-ϕ1.30			328		38			70
18.5				150			18	双	1-ϕ1.40 1-ϕ1.50		1	348					
22				135			36		2-ϕ1.12	1～11		354	20				
30		327	210	175	0.65	48	28	层	2-ϕ1.30			394		45	44		75
37				155			26		1-ϕ1.12 2-ϕ1.18		2	398					
45	4	368	245	185	0.7		22		3-ϕ1.30			428		49		1	80
55		400	260	185	0.8		40	叠	1-ϕ1.25 1-ϕ1.30	1～12	4	471		55			85
75				185			14		2-ϕ1.25 3-ϕ1.30			489					
90		445	300	215	0.9	60	12	绕	4-ϕ1.25 2-ϕ1.30	1～14	2	519	25	60	50		100
110				200			24		4-ϕ1.25			533					
132		493	330	240	1.0		20		4-ϕ1.40		4	573		100			110

（续）

功率 (kW)	极数	定子外径 (mm)	定子内径 (mm)	铁心长度 (mm)	气隙长度 (mm)	定子槽数	每槽线数	绕组型式	线规	跨距	并联路线	绕组平均半匝长 (mm)	d_1 (mm)	f_d (mm)	转子槽数	斜槽度	转子内径 (mm)
7.5	6	290	205	95	0.45	54	32	双层叠绕	1-ϕ1.40	1～9	1	256	20	28	44	1	70
11				125			24		2-ϕ1.18			286					
15		327	230		0.50		44		1-ϕ1.40		2	300		32			75
18.5				155			36		2-ϕ1.06			330					
22		368	260	135			36		2-ϕ1.18			326		35			80
30				165	0		30		1-ϕ1.30 1-ϕ1.40			356					
37		400	285	175	0.55	72	30		1-ϕ1.18 1-ϕ1.25			398	25	42	58		85
45		445	325	165	0.65		28		2-ϕ1.40	1～12	3	408		45			100
55				195			24		4-ϕ1.06			438					
75		493	360	185	0.70		22		3-ϕ1.40			448		49			110

90			240			18		3-ϕ1.50			503					
5.5	8	290	205	95	0.45	54	42	双层叠绕	1-ϕ1.30	1～7	1	226	20	21	50	1	70
7.5				125			32		1-ϕ1.0、1-ϕ1.06			256					
11		327	230		0.50		56		2-ϕ0.90		2	267		24			75
15				155			44		2-ϕ1.0			297					
18.5		368	260	135			44		1-ϕ1.6			289		26			80
22				165			36		2-ϕ1.25			318					
30		400	285	175	0.55	72	50		1-ϕ1.40	1～9	4	351	25	31	58		85
37		445	325	165	0.65		46		1-ϕ1.06、1-ϕ1.12			355		32.5			100
45				195			38		1-ϕ1.18、1-ϕ1.25			385					
55		493	360	185	0.70		36		1-ϕ1.30、1-ϕ1.40			390		36			110
75				240			28		1-ϕ1.50、1-ϕ1.60			445					

附录 2　Y 系列(IP44)三相异步电动机技术数据

附表　2

功率 (kW)	极数	定子外径 (mm)	定子内径 (mm)	铁心长度 (mm)	气隙长度 (mm)	定子槽数	每槽线数	绕组型式	线规	跨距	并联支路数	绕组平均半匝长 (mm)	f_d (mm)	d_1 (mm)	转子槽数	斜槽度	转子内径 (mm)
0.75	2	120	67	65	0.3	18	111	单层交叉	1-ϕ0.63	1～9 2～10 11～18	1	219.7	45	15	16	1	26
1.1				80			90		1-ϕ0.71			234.7					
1.5		130	72	85	0.35		74		1-ϕ0.85			248.3	45				30
2.2				110			58		1-ϕ0.95			273.3					
3		155	84	100	0.4	24	40		1-ϕ1.18	1～12 2～11		218.6	50.5		20		38
4		175	98	105	0.45	30	48	单层同心	1-ϕ1.06	1～16 2～15 3～14 1～14 2～13		306.9	57.7		26		48
5.5		210	116	105	0.55		44		1-ϕ0.90、1-ϕ0.95			342.5	73.5				
7.5				125			37		1-ϕ1.0 、1-ϕ1.06			362.5					
11		260	150	125	0.65		28		2-ϕ1.18、1-ϕ1.25			415.2	90.7				60
15				155			23		2-ϕ1.12、2-ϕ1.18			445.2					
18.5				195			19		3-ϕ1.12、2-ϕ1.18			485.2					
22		290	160	175	0.8	36	16	双层	2-ϕ1.3 、2-ϕ1.4	1～14	2	474.5	75.5	20	28		70
30		327	182	180	1.0		28		2-ϕ1.12、2-ϕ1.18			515.8	87				75
37				210			24		1-ϕ1.4 、2-ϕ1.5			545.8					
45		368	210	210	1.1		22		3-ϕ1.4 、1-ϕ1.5			595.5	97.7				80
55		400	225	195	1.2		20		6-ϕ1.4			614.5	102.8				
75		445	255	225	1.5	42	14		7-ϕ1.5	1～16		617.6	113.5	25	34		85
90				260			12		8-ϕ1.5			706.6					

110		520	300	290	1.8	48	9		13-ϕ1.5	1～18		831	152		40	1.25	95
132				340			8		16-ϕ1.5			881					
160				380			7		21-ϕ1.5			921					
0.55		120	75	65	0.25	24	128	链式	1-0.56	1～6		163.3	21.3				26
0.75				80			103		1-0.63			178.3			22		
1.1		130	80	90			81		1-0.71			191.7	21.5				30
1.5				120			63		1-0.80			221.7					
2.2		155	98	105	0.3	36	41	单层交叉	2-0.71	1～9 2～10 11～18	1	224.2	26.8	15	32	1	38
3				135			31		1-1.18			254.2					
4		175	110				46		1-1.06			264.8	28				
5.5		210	136	115	0.4		47		1-0.9 1-0.95			267.2	37.7				48
7.5				160			35		2-1.06			312.2					
11		260	170	115	0.5		28		2-1.3			334.9	42.1		26		60
15				195			22		1-1.18 2-1.25			374.9					
18.5		290	187	190	0.55	48	32	双层	2-1.18	1～11	2	395.5	44.5	20	44		70
22	4			220			28		2-1.3			425.5					
30		327	210	230	0.65		24		2-1.06 2-1.12			456	50.4				75
37		368	245	200	0.7		46		2-1.05	1～12	4	475.7	63.8				80
45				235			20		2-1.3 2-1.4		2	510.7					
55		400	260	240	0.8		36		3-1.3		4	537.6	63.4				85
75		445	300		0.9	60	26		2-1.25 2-1.3	1～14		564.8	77.3		50		100
90				325			20		5-1.3			649.8					
110		520	350	290	1.2	72	17		2-1.5 4-1.4	1～16		657	92	25	64		110
132				380			14		5-1.4 2-1.5			747					
160				420			12		8-1.5			787					

（续）

功率 (kW)	极数	定子外径 (mm)	定子内径 (mm)	铁心长度 (mm)	气隙长度 (mm)	定子槽数	每槽线数	绕组型式	线规	跨距	并联路数	平均匝长 (mm)	f_d (mm)	d_1 (mm)	转子槽数	斜槽度	转子内径 (mm)
0.75	6	130	86	100	0.25	36	77	链式	1-0.67	1～6	1	183.1	16.9	15	33	1	30
1.1				125			60		1-0.75			208					
1.5		155	106	100			53		1-0.85			193.9	17.2				38
2.2		175	120	110	0.3		44		1-1.06			212.2	19.3				
3		210	148		0.35		38		1-0.85 1-0.9			227.2	24.1				48
4				140			52		1-1.06			257.2					
5.5				180			42		1-1.25			291.2					
7.5		260	180	145	0.4		38		2-1.12			281.7	26.3				60
11				195			28		4-0.95			331.7					
15		290	205	200	0.45	54	34	双层	1-1.5	1～9	2	363.3	30.8	20	44		70
18.5		327	230	195	0.5		32		1-1.12 1-1.18			370.4	31.8				75
22				220			28		2-1.25			395.4					
30		368	260	210			26		1-1.3 2-1.4			408.4	40.2				80
37		400	285	225	0.55	72	28		1-1.12 2-1.18	1～12	3	454.1	47.3	25	58		85
45		445	325	215	0.65		26		2-1.3 1-1.4			468.1	54				100
55				260			22		1-1.4 2-1.5			513.1					
75				290			38		1-1.3 2-1.4	1～11	6	572					
90		520	375	340	1.0		32		1-1.4 2-1.5			622	70				110

110 132			380 450			28 24		2-1.4 2-1.5 5-1.5			662 732				
2.2		210	148	110	0.35		38		1-1.12			208.6	18.6				48
3				140			30	链	1-1.3			238.6					
4		260	180	110	0.4	48	49		1-1.25	1～6	1	223.7	19.1	15	44		60
5.5				145			39	式	2-1.0			258.7					
7.5				195			30		1-1.12 1-1.18			308.7					
11		290	205	200	0.45		46		2-0.9			332.5	23.1				70
15		327	230	195			38		1-1.06 1-1.12			336.6	23.8	20			75
18.5	8	368	260	170	0.5	54			2-1.4	1～7	2	328.8	30.2			1	80
22				210			32	双	2-1.5			368.8					
30		400	285	225	0.55		22		3-1.3			405.0	34.4		58		85
37		445	325	215	0.65		40		2-1.3		4	412.7	39.3				100
45				260			34	层	1-1.4 1-1.5			457.7					
55		520	390	290	0.9	72	58		3-1.0	1～9	8	522	51	25			110
75				380			22		4-1.4		4	612					
90				420			20		5-1.4			652					
110				480			34		3-1.5		8	712					

附录 3　电机尺寸及公差（摘自 GB4772.1-84）

本标准规定了一般用途电机的安装尺寸和外形尺寸的符号；机座号 36～400 凸缘 号 FF55～FF1080 或 FT55～FT1080 的 电机安装尺寸及公差。

本标准参照采用国际标准 IEC72（1971 年第五版）《旋转 电机尺寸及功率等级》中尺寸部分的规定。

1. 尺寸符号

尺寸示意图见附图 1 。

各尺寸符号的意义如下：

A——底脚螺栓通孔轴线间的距离（端视）；

AA——底脚的宽度（端视）；

AB——底脚外边缘间的距离（端视）；

AC——机座外圆最大直径；

AD——机座垂直中心线至出线盒*边缘(或其他装配物）的最大距离；

B——底脚螺栓通孔轴线间的距离（侧视）；

BA——底脚的长度（侧视）；

BB——底脚外边缘间的距离（侧视）；

C——轴伸肩至邻近的底脚螺栓通孔轴线的距离（侧视）；

CA——附加轴伸肩至邻近的底脚螺栓通孔轴线的距离（侧视）；

D——轴伸直径；

DA——附加轴伸直径；

E——轴伸长度；

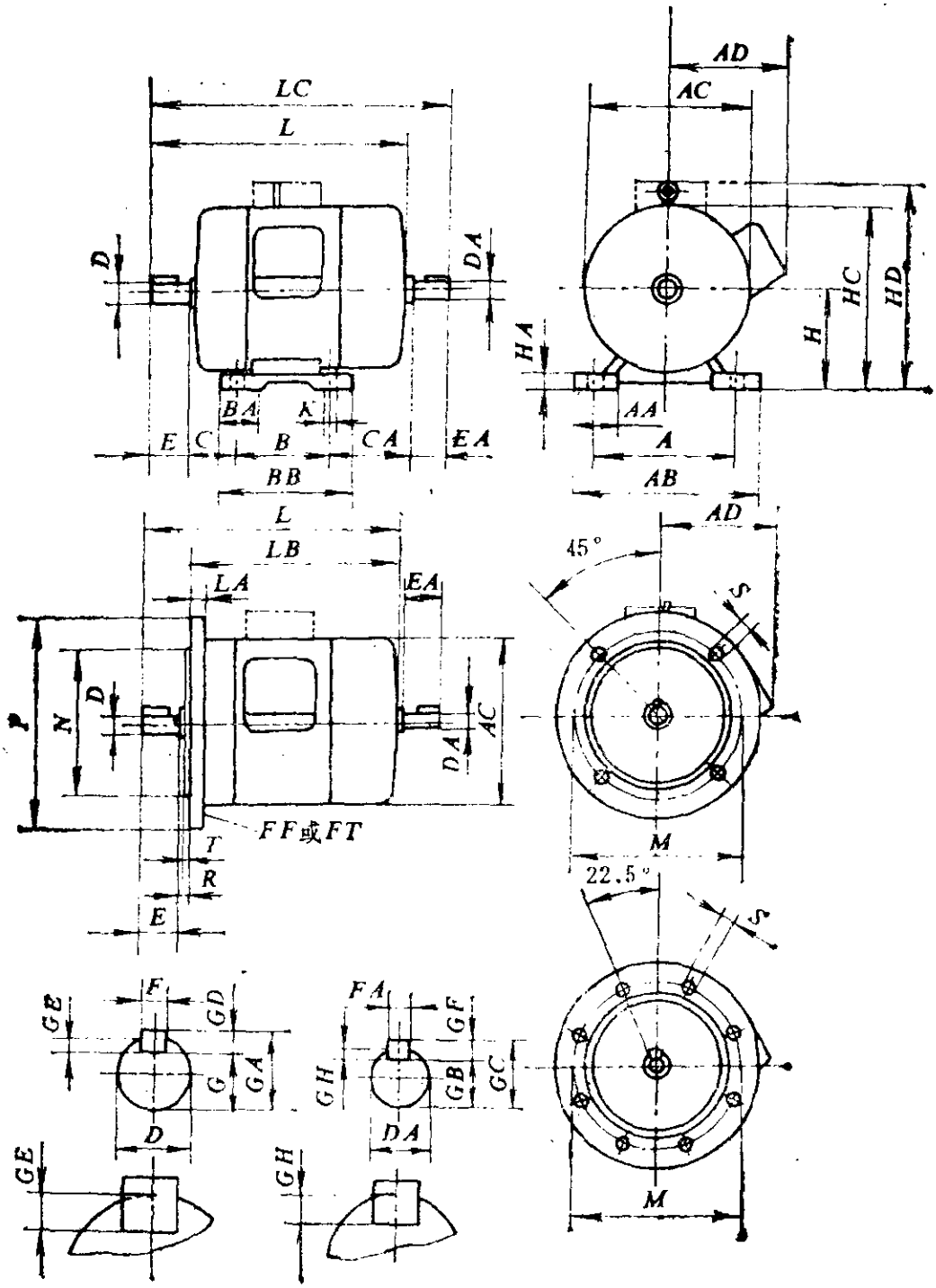
EA——附加轴伸长度；

F——轴伸键槽及键的宽度；

FA——附加轴伸键槽及键的宽度；

---

* 从电动机的轴伸端看，出线盒应在电机顶部至右侧。如用户订货时要求，可在左侧。对发电机无此规定



附图 1

G——轴伸由键槽底至对面外圆表面的距离；

GA——轴伸由键的顶面至对面外圆表面的距离；

GB——附加轴伸由键槽底至对面外圆表面的距离；

GC——附加轴伸由键的顶面至对面外圆表面的距离；

GD——键高度；

GE——键槽深度（从轴伸外圆量起）；

GF——附加轴伸键的高度；

GH——附加轴伸键槽深度（从轴伸外圆量起）；

H——电机轴线至底脚支承面的高度；

HA——底脚厚度；

HC——电机外圆顶面至底脚支承面的高度；

HD——电机最高点至底脚支承面的高度；

K——底脚螺栓通孔直径或长圆形孔的宽度；

L——单轴伸电机的总长；

LA——凸缘厚度；

LB——凸缘配合面至电机顶面的距离；

LC——有附加轴伸电机的总长；

M——凸缘固定孔中心基圆直径；

N——凸缘止口直径；

P——凸缘外径（如不是圆形，为最大径距）；

R——凸缘配合面至轴伸肩的距离；

S——凸缘螺栓通孔或螺孔直径；

T——凸缘止口高度。

2. 尺寸

2.1 底脚安装电机的尺寸

附表 3

mm

机座号	*H*		*A*	*B*	*C*	*K*		螺栓
	基本尺寸	极限偏差				基本尺寸	极限偏差 *H*14	
36	36	0 −0.1	56	45	22	4.8	+0.30 0	M4
40	40		63	50	25	4.8		
45	45		71	56	28	4.8		
50	50		80	63	32	5.8		

（续）

机座号	H		A	B	C	K		螺栓
	基本尺寸	极限偏差				基本尺寸	极限偏差 H14	
56	56		90	71	36	5.8	+0.30 0	M5
63	63		100	80	40	7		M6
71	71		112	90	45	7		
80	80		125	100	50	10	+0.36 0	
90S	90		140	100	56	10		M8
90L	90		140	125	56	10		
100S	100		160	112	63	12		
100L	100		160	140	63	12		
112S	112		190	114	70	12		
112M	112		190	140	70	12		M10
(112L)	112		190	159	70	12		
132S	132	0 −0.5	216	140	89	12		
132M	132		216	178	89	12	+0.43 0	
(132L)	132		216	203	89	12		
160S	160		254	178	108	15		
160M	160		254	210	108	15		
(160L)	160		254	254	108	15		M12
180S	180		279	203	121	15		
180M	180		279	241	121	15		
(180L)	180		279	279	121	15		
200S	200		318	228	133	19		
200M	200		318	267	133	19	+0.52 0	M16
(200L)	200		318	305	133	19		

（续）

机座号	H		A	B	C	K		螺栓
	基本尺寸	极限偏差				基本尺寸	极限偏差 H14	
225S	225		356	286	149	19		
225M	225		356	311	149	19		M16
(225L)	225		356	356	149	19		
		0 -0.5						
250S	250		406	311	168	24		
250M	250		406	349	168	24		
(250L)	250		406	406	168	24		
280S	280		457	368	190	24		M20
280M	280		457	419	190	24		
(280L)	280		457	457	190	24	+0.52 0	
315S	315		508	406	216	28		
315M	315		508	457	216	28		
(315L)	315		508	508	216	28		
		0 -1.0						M24
355S	355		610	500	254	28		
355M	355		610	560	254	28		
(355L)	355		610	630	254	28		
400S	400		686	560	280	35		
400M	400		686	630	280	35	+0.62 0	M30
(400L)	400		686	710	280	35		

注：1.表中括号内机座号，在交流电机中建议不采用。

2.对于直流电机，B尺寸值除采用表中规定的数值外，如有需要，由该类型电机标准规定。

2.2 凸缘安装电机的尺寸

附表 4

mm

凸缘号		M	N			P	R	孔数	S			T
			基本尺寸	公差带	极限偏差				通孔 FF		螺孔 FT	最大
									基本尺寸	极限偏差 H14		
FF55	FT55	55	40	j6	+0.011 −0.005	70	0	4	5.8	+0.30 0	M5	2.5
FF65	FT65	65	50			80	0		5.8			2.5
FF75	FT75	75	60		+0.012 −0.007	90	0		5.8			2.5
FF85	FT85	85	70			105	0		7	+0.36 0	M6	2.5
FF100	FT100	100	80			120	0		7			3.0
FF115	FT115	115	95		+0.013 −0.009	140	0		10		M8	3.0
FF130	FT130	130	110			160	0		10			3.5
FF165	FT165	165	130		+0.014 −0.011	200	0		12	+0.43 0	M10	3.5
FF215	FT215	215	180			250	0		15		M12	4.0
FF265	FT265	265	230		+0.016 −0.013	300	0		15			4.0
FF300	FT300	300	250			350	0		19	+0.52 0	M16	5.0
FF350	FT350	350	300		+0.016 −0.016	400	0		19			5.0
FF400	FT400	400	350		+0.018 −0.018	450	0		19			5.0
FF500	FT500	500	450		+0.020 −0.020	550	0		19			5.0
FF600	FT600	600	550	js6	+0.022 −0.022	660	0	8	24		M20	6.0
FF740	FT740	740	680		+0.025 −0.025	800	0		24			6.0
FF940	FT940	940	880		+0.028 −0.028	1000	0		28		M24	6.0
FF1080	FT1080	1080	1000			1150	0		28			6.0

注：1.FF 表示凸缘具有通孔，FT 表示凸缘具有螺孔。

2.表中 P 尺寸为最大极限值。凸缘号FF300或FT300及以下，凸缘外形可不呈圆形。

3.当凸缘具有FT螺孔时，建议与之配合的通孔直径按 S 栏的通孔FF选用。

2.3 兼有凸缘和底脚电机的尺寸

凸缘尺寸应符合 2.2 的规定，A、B、C 尺寸应选用 2.1 规定的数值。

凸缘上的通孔或螺孔位置应离开垂直于底脚平面的凸缘直径线：4 孔为 45°，8 孔为 22.5°。

3. 轴伸、键、键槽的尺寸及轴伸的允许转矩

附表 5

mm

D			E	键					键槽					GA	轴伸的允许转矩（交流电动机连续工作制时） N·m
				F		GD			F			GE			
基本尺寸	公差带	极限偏差		基本尺寸	极限偏差 h9	基本尺寸	公差带	极限偏差	基本尺寸	极限偏差 一般联结 N9	极限偏差 较紧联结 P9	基本尺寸	极限偏差		
6		+0.006 −0.002	16	2		2			2			1.2		6.8	0.15
					0 −0.025			0 −0.025		−0.004 −0.029	−0.006 −0.031				
7		+0.007 −0.002	16	2		2			2			1.2		7.8	0.25
9			20	3		3			3			1.8		10.2	0.63
11			23	4		4	h 9		4			2.5		12.5	1.25
14			30	5		5			5			3.0	+0.100 0	16.0	2.8
16		+0.008 −0.003	40	5	0	5		0	5	0	−0.012	3.0		18.0	4.5
18			40	6	−0.030	6		−0.030	6	−0.030	−0.042	3.5		20.5	7.1
19	j6		40	6		6			6			3.5		21.5	8.25
22		+0.009 −0.004	50	6		6			6			3.5		24.5	14
24			50	8		7			8			4.0		27.0	18

28			60	8		7			8			4.0		31.0	31.5
32			80	10	0 -0.036	8			10	0 -0.036	-0.015 -0.051	5.0		35.0	50
38			80	10		8		0 -0.090	10			5.0		41.0	90
	K6	+0.018 -0.002													
42			110	12		8			12			5.0		45.0	125
48			110	14		9			14			5.5		51.5	200
55			110	16	0 -0.043	10			16	0 -0.043	-0.018 -0.061	6.0		59.0	355
60			140	18		11			18			7.0		64.0	450
65			140	18		11	h 11		18			7.0	+0.200 0	69.0	630
		+0.030 -0.011													
70			140	20		12			20			7.5		74.5	800
75			140	20		12			20			7.5		79.5	1000
80	m6		170	22		14		0 -0.110	22			9.0		85.0	1250
85			170	22		14			22	0 -0.052	-0.022 -0.074	9.0		90.0	1600
90			170	25	0 -0.052	14			25			9.0		90.0	1900
		+0.035 -0.013													
95			170	25		14			25			9.0		105.0	2360
100			210	28		16			28			10.0		106.0	2800
110			210	28		16			28			10.0		116.0	4000

注：当电机使用条件肯定时，可按GB1569—79《圆柱形轴伸》的规定，选用轴伸长度 E 的短系列。

4. 电机安装公差

4.1 轴中心高的公差

4.1.1 电机轴线至底脚支承面的高度H的极限偏差应符合2.1的规定。

4.1.2 电机轴线对底脚支承面的平行度公差应符合附表6的规定。

附表 6 mm

轴中心高 H	轴两端的平行度公差		
	$2.5H>l$	$2.5H\leqslant l\leqslant 4H$	$l>4H$
25～50	0.2	0.3	0.4
>50～250	0.25	0.4	0.5
>250～400	0.5	0.75	1

注：l为电机轴的长度。

4.1.3 底脚支承面的平面度公差应符合附表7的规定。

附表 7 mm

底脚外边缘间的距离的最大尺寸$AB(BB)$	平面度公差
> 63～100	0.10
>100～160	0.12
>160～250	0.15
>250～400	0.20
>400～630	0.25
>630～1000	0.30

4.2 底脚螺栓通孔直径公差及位置度公差

4.2.1 底脚螺栓通孔直径K的极限偏差应符合2.1的规定。

4.2.2 底脚螺栓通孔的位置度公差为$\phi 0.5Z$Ⓜ，以轴伸的轴线为基准。

注：Z为底脚螺栓通孔直径K或凸缘螺栓通孔直径S与螺栓直径的基本尺寸之差。

4.2.3 底脚螺栓通孔轴线至通过电机轴线的垂直面的距离

$A/2$ 的尺寸偏差应不超过 $\pm 0.25Z$ Ⓜ。如底脚螺栓通孔为长圆形，且孔的长度为 A 尺寸方向，则 $A/2$ 可不考核。

4.2.4 轴伸肩至邻近的底脚螺栓通孔轴线的距离 C 的极限偏差应符合附表 8 的规定。

附表 8　　mm

轴中心高 H	C 尺寸的极限偏差
36～50	±1.0
>50～90	±1.5
>90～132	±2.0
>132～200	±3.0
>200～400	±4.0

注：1. C 尺寸的极限偏差包括轴的窜动。滑动轴承电机可另行规定。

2. 对机身和底脚是装配结构的分马力电机（小功率电动机），其 C 尺寸的极限偏差为 ± 2.0mm。

4.3 轴伸的公差

4.3.1 轴伸尺寸的极限偏差应符合第 3 章的规定。

4.3.2 轴伸长度一半处的径向圆跳动公差应符合附表 9 的规定。

附表 9　　mm

轴伸直径 D	径向圆跳动公差	
	一般级	精高级（用户要求时）
> 3～6	0.025	0.012
> 6～10	0.030	0.015
>10～18	0.035	0.018
>18～30	0.040	0.021
>30～50	0.050	0.025
>50～80	0.060	0.030
>80～120	0.070	0.035

4.4 凸缘的公差

4.4.1 凸缘止口直径 N 及凸缘螺栓通孔直径 S 的极限偏差

应符合 2.2 的规定。

4.4.2 凸缘通孔（或螺孔）的位置度公差为 $\phi 0.5 Z Ⓜ$，以轴伸的轴线为基准。

4.4.3 凸缘止口对电机轴线的径向圆跳动公差和凸缘配合面对电机轴线的端面圆跳动公差应符合附表 10 的规定。

附表 10

mm

凸缘号		N	P	径向和端面圆跳动公差	
				一般级	提高级（用户要求时）
FF55	FT55	40	70	0.080	0.040
FF65	FT65	50	80		
FF75	FT75	60	90		
FF85	FT85	70	105		
FF100	FT100	80	120		
FF115	FT115	95	140		
FF130	FT130	110	160	0.100	0.050
FF165	FT165	130	200		
FF215	FT215	180	250		
FF265	FT265	230	300		
FF300	FT300	250	350	0.125	0.063
FF350	FT350	300	400		
FF400	FT400	350	450		
FF500	FT500	450	550		
FF600	FT600	550	660	0.160	0.080
FF740	FT740	680	800		
FF940	FT940	880	1000	0.200	0.100
FE1080	FT1080	1000	1150		

附表 11

mm

尺寸 M	R尺寸的极限偏差
55～85	±1.0
>85～165	±1.5
>165～265	±2.0
>265～350	±3.0
>350～1080	±4.0

注：R尺寸的极限偏差包括轴的窜动，对滑动轴承电机可另行规定。

4.4.4 凸缘配合面至轴伸肩的距离R的极限偏差应符合附表11的规定。

5. 检测方法

（参考件）

5.1 轴中心高

电机置于平板上，以高度游标卡尺和指示千分尺测量轴伸长度一半处的高度及轴伸的直径，即可得出轴中心高。

5.2 电机轴线对底脚支承面的平行度

a．电机置于平板上，用高度游标卡尺测量电机轴两端至平板间距离之差，即可得出平行度误差值。

b．如电机的轴有一端不能接近测量，可用千分表测量电机轴伸两端至平板间距离之差，换算到电机轴全长的平行度误差值。

5.3 底脚支承面的平面度

电机置于平板上，以塞尺检查电机底脚支承面与平板之间的间隙。

5.4 底脚螺栓通孔的位置度

a．坐标测量法

以轴伸的轴线为基准，用通用量具测量各底脚螺栓通孔的实际位置尺寸，并与相应的理论正确尺寸比较，得出位置度误差值。

b．用位置度综合量规测量。

5.5 底脚螺栓通孔轴线至通过电机轴线的垂直面的距离$A/2$

a．将电机侧置于平板上，使底脚支承面与平板垂直，并使电机的轴线与平板平行，用高度游标卡尺和指示千分尺测量底脚孔壁和轴的高度及轴伸的直径，即可得出$A/2$值。

b．用$A/2$尺寸专用工具测量。

5.6 轴伸肩至邻近的底脚螺栓通孔轴线间的距离C

a．用角尺和游标卡尺测量。

b．用C尺寸专用工具测量。

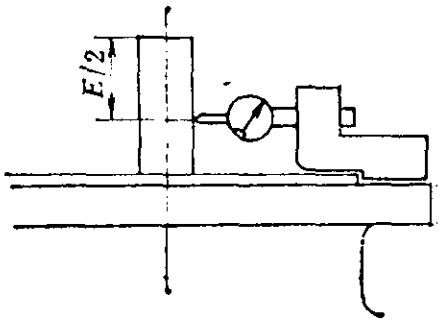
5.7　轴伸径向圆跳动

将千分表固定在凸缘上或平板上，表头指在轴伸长度一半处（见附图 2）。低速转动轴一圈，测量除键槽以外的最大和最小指示值，二者之差即为轴伸径向圆跳动值。

5.8　凸缘通孔（或螺孔）的位置度公差

a．坐标测量法

以轴伸的轴线为基准，用通用量具测量各孔的实际位置尺寸，并与相应的理论正确尺寸比较，得出位置度误差值。



附图　2

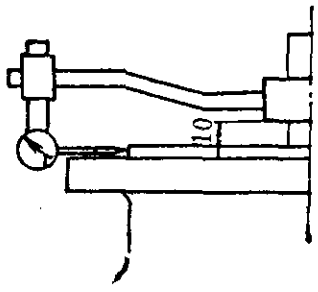
b．用位置度综合量规测量。

5.9　凸缘止口对电机轴线的径向圆跳动

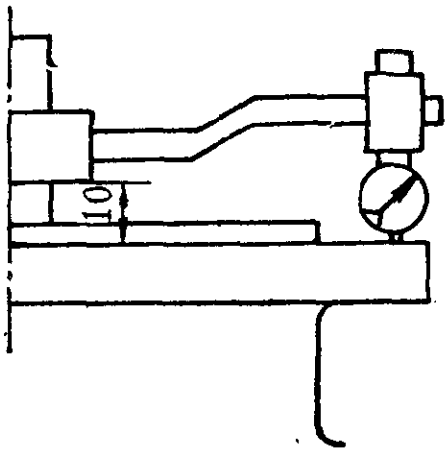
将千分表固定在轴伸上，离凸缘配合面约 10mm（见附图 3）。低速转动轴一圈，测量最大和最小指示值，二者之差即为凸缘的径向圆跳动值。测量时电机应垂直安放，以避免重力影响产生测量误差。

5.10　凸缘配合面对电机轴线的端面圆跳动

将千分表固定在轴伸上，离凸缘配合面约 10mm（见附图 4）。低速转动轴一圈，测量最大和最小指示值，二者之差即为凸缘的端面圆跳动值。测量时电机应垂直安放，以避免重力影响产生测量误差。



附图　3



附图　4

附录 4　三相异步电动机试验方法（摘自GB1032-85）

1. 适用范围

本标准适用于三相异步电动机。

型式试验及检查试验的项目，应按照 GB755-81《电机基本技术要求》及各类型电机标准的规定。

各类型三相异步电动机凡有本标准未规定的试验项目或有特殊试验方法及要求时，应在该类型电机的标准中作补充规定。

2. 试验要求及准备

2.1　试验电源

试验电源的电压波形正弦性畸变率应不超过 5%；在进行温升试验时应不超过 2.5%。

试验电源的三相电压对称系统应符合下述要求：

电压的负序分量和零序分量均不超过正序分量的 1%；在进行温升试验时，负序分量不超过正序分量的 0.5%，零序分量的影响予以消除。

试验电源的频率与额定频率之差应在额定频率的±1%范围内。

对频率为 400Hz 以上的电动机，其试验电源的要求可在该类型电机的标准中规定。

2.2　电气测量

2.2.1　测量仪器

试验时，采用的电气测量仪表的准确度应不低于 0.5 级（兆欧表除外），三相瓦特表的准确度应不低于 1.0 级，互感器的准确度应不低于 0.2 级，电量变送器的准确度应不低于 0.5%（检查试验时应不低于 1%），数字式转速测量仪（包括十进频率仪）及转差率测量仪的准确度应不低于 0.1%±1 个字，转矩测量仪及测功机的准确度应不低于 1%（实测效率时应不低于 0.5%）。测力计的准确度应不低于 1.0 级，温度计的误差在±1℃以内。

选择仪表时，应使测量值位于 20%～95%仪表量程范围内。

在用两瓦特表法测量三相功率时，应尽量使被测的电压及电流值分别不低于瓦特表的电压量程及电流量程的20%。

对60W及以下的电机，应选用仪表损耗不足以影响测量准确度的电流表和瓦特表。

2.2.2 测量要求

进行电气测量时，应遵循下列要求：

a．三相电流用三电流互感器（或二互感器）法，三电流表进行测量。三相功率应采用两瓦特表法或三瓦特表法进行测量。对750W及以下的电机，除堵转试验外，不允许采用电流互感器。

b．采用电流互感器时，接入付边回路仪表的总阻抗（包括连接导线）应不超过其额定阻抗值。

c．对750W及以下的电动机，除堵转试验外，测量时应将电压表接至电动机端，将电压调节到所需数值，读取此时的电压值。然后，将电压表换接至电源端，并保持电源端电压不变，再读取其他仪表的数值。当电源端电压与电动机端电压之差小于电动机端电压的1%时，电压表可固定在电源端进行测量。

d．试验时，各仪表读数同时读取。在测量三相电压或三相电流时，应取三相读数的平均值作为测量的实际值。

绘制特性曲线时，各点读数应均匀测取。

2.3 试验前的准备

试验前，应对被试电机的装配及运转情况进行检查，以保证各项试验能顺利进行。试验线路和设备应能满足试验的要求。

3. 绝缘电阻的测定

3.1 测量时电动机的状态

测量电动机绕组的绝缘电阻时，应分别在实际冷状态下和热状态下进行。

检查试验时，在实际冷状态下进行。

3.2 兆欧表的选用

根据电动机的额定电压，按附表12选用兆欧表。

附表 12

电动机额定电压	兆欧表规格
500V以下	500V
500～3000V	1000V
3000V以上	2500V

测量埋置式检温计的绝缘电阻时，应采用不高于250V的兆欧表。

3.3 测量方法

如各相绕组的始末端均引出机壳外，则应分别测量每相绕组对机壳及其相互间的绝缘电阻。如三相绕组已在电动机内部连接仅引出三个出线端时，则测量所有绕组对机壳的绝缘电阻。对绕线转子电动机，应分别测量定子绕组和转子绕组的绝缘电阻。

测量后，应将绕组对地放电。

4. 绕组在实际冷状态下直流电阻的测定

4.1 实际冷状态下绕组温度的测定

将电机在室内放置一段时间，用温度计（或埋置检温计）测量电动机绕组端部或铁心的温度。当所测温度与冷却介质温度之差不超过2K时，则所测温度即为实际冷状态下绕组的温度。若绕组端部或铁心的温度无法测量时，允许用机壳的温度代替。对大、中型电机，温度计的放置时间应不少于15min。

4.2 测量方法

4.2.1 绕组的直流电阻用双臂电桥或单臂电桥测量。电阻在1Ω及以下时，必须采用双臂电桥测量。

4.2.2 当采用自动检测装置或数字式微欧计等仪表测量绕组的电阻时，通过被测绕组的试验电流，应不超过其正常运行时电流的10%，通电时间不应超过1 min。

4.2.3 测量时，电动机的转子静止不动。定子绕组的电阻应在电机的出线上测量。对绕线转子电动机，转子绕组的电阻应尽可能在绕组与集电环连接的接线片上测量。

每一电阻测量三次，每次读数与三次读数的平均值之差应在平均值的±0.5%范围内，取其平均值作为电阻的实际值。

检查试验时，每一电阻可仅测量一次。

4.2.4 如果电机的每相绕组有始末端引出时，应测量每相绕组的电阻。若三相绕组已在电动机的内部连接仅引出三个出线端时，可在每两个出线端之间测量电阻，则各相电阻值（Ω）按下式计算：

对星形接法的绕组：

$$R_a = R_{med} - R_{bc} \tag{1}$$

$$R_b = R_{med} - R_{ca} \tag{2}$$

$$R_c = R_{med} - R_{ab} \tag{3}$$

对三角形接法的绕组：

$$R_a = \frac{R_{bc}R_{ca}}{R_{med} - R_{ab}} + R_{ab} - R_{med} \tag{4}$$

$$R_b = \frac{R_{ca}R_{ab}}{R_{med} - R_{bc}} + R_{bc} - R_{med} \tag{5}$$

$$R_c = \frac{R_{ab}R_{bc}}{R_{med} - R_{ca}} + R_{ca} - R_{med} \tag{6}$$

式中 R_{ab}、R_{bc}、R_{ca} 分别为出线端A与B、B与C、C与A间测得的电阻值（Ω）；

$$R_{med} = \frac{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}}{2}$$

如果各线端间的电阻值与三个线端电阻的平均值之差，对星形接法的绕组，不大于平均值的2%；对三角形接法的绕组，不大于平均值的1.5%时，则各相电阻值（Ω）可按下式计算：

对星形接法的绕组

$$R = 1/2R_{av} \tag{7}$$

对三角形接法的绕组：

$$R = 3/2R_{av} \tag{8}$$

式中 R_{av}——三个线端电阻的平均值，（Ω）。

5. 空载试验

5.1 空载电流和空载损耗的测定

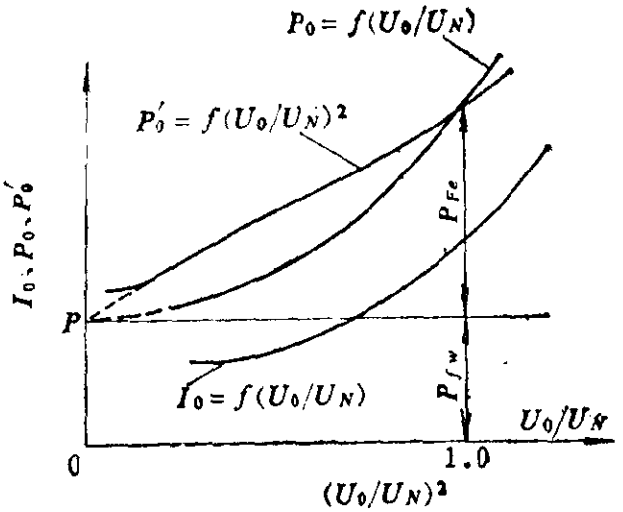
绕线转子电动机在空载试验时，应将转子绕组在集电环上短路。

5.1.1 测定前，电动机应在额定电压，额定频率下空载运转，使机械耗达到稳定，即输入功率相隔半小时的两个读数之差应不大于前一个读数的3%；对750W及以下的电动机，应空载运转15～30min。

检查试验时，空载运转的时间可适当缩短。

5.1.2 型式试验时应测取空载特性曲线，即空载电流 I_0 和空载输入功率 P_0 与外施电压 U_0 的标么值 $\left(\frac{U_0}{U_N}\right)$ 的关系曲线（附图5）。U_N 为额定电压。

试验时，施于定子绕组上的电压应从1.1～1.3倍额定电压开始，逐步降低到可能达到的最低电压值即电流开始回升时为止，其间测取7～9点读数。每点应测取下列数值：三相电压、三相电流、输入功率。功率的测量应采用低功率因数瓦特表。



附图 5

试验结束，应立即在两个出线端间测量定子绕组的电阻。对空载电流大于70%额定电流的电动机，应尽可能在每点读数后测量定子绕组的电阻。

检查试验时，可仅测取额定电压时的空载电流和空载输入功率。

5.2 试验结果的计算

空载时的定子绕组 I^2R 损耗 P_{0Cu1}（W）按下式计算：

$$P_{0Cu1} = 3I_0^2R_{10} \tag{9}$$

式中 I_0——定子相电流（A）；

R_{10}——定子绕组的相电阻（Ω）。

铁耗 P_{Fe}（W）与机械耗 P_{fw}（W）之和 P_0'（W）按下式计算：

$$P_0' = P_{Fe} + P_{fw} = P_0 - P_{0Cu1} \tag{10}$$

为了分离铁耗和机械耗，作曲线 $P_0' = f\left(\frac{U_0}{U_N}\right)^2$。延长曲线的直线部分与纵轴交于P点（附图5），P点的纵坐标即为电动机的机械耗。

6. 堵转试验

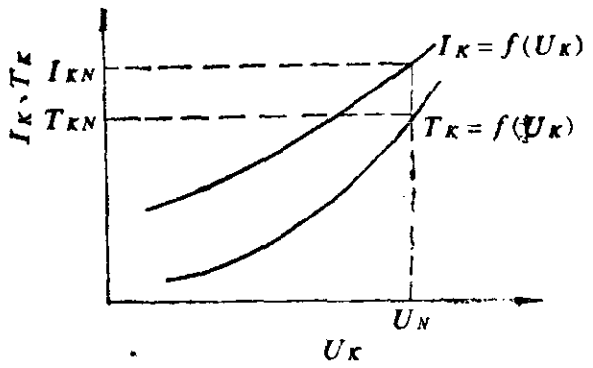
堵转试验在电机接近实际冷状态下进行。试验时，应将转子堵住。对绕线转子电动机还应将转子绕组在集电环上短路。

6.1 额定频率堵转试验

6.1.1 堵转时的电流、转矩和功率的测定

6.1.1.1 型式试验时应测取堵转特性曲线，即堵转时的电流 I_k、转矩 T_k 与外施电压 U_k 的关系曲线（附图6）。

试验时，施于定子绕组的电压尽可能从不低于0.9倍额定电压开始，然后逐步降低电压至定子电流接近额定电流为止，其间共测取5～7点读数，每点应同时测取下列数值：三相电压、三相电流、转矩或输入功率。每点读数时，通电时间应不超过10 s，以免绕组过热。



附图 6

检查试验时，可仅在额定电流值附近一点测取堵转时的电压、电流和输入功率。

6.1.1.2 如限于设备，对100kW以下的电动机，堵转试验

时的最大电流值应不低于4.5倍额定电流；对100～300kW的电动机，应不低于2.5～4.0倍额定电流；对300kW以上的电动机，应不低于1.5～2.0倍额定电流。在最大电流至额定电流范围内，均匀地测取不少于4点读数。

对100kW以上的电动机，如限于设备不能实测转矩时，允许用6.1.2.2中的公式（14）计算转矩。此时应在每点读数后，在两个出线端间测量定子绕组的电阻。

6.1.1.3 若采用圆图计算法求取工作特性，堵转试验应在1.0～1.1倍额定电流范围内的某一电流下进行。若采用圆图计算法求取最大转矩，堵转试验应在2.0～2.5倍额定电流范围内的某一电流下进行。

对绕线转子电动机，由于在同一试验电流下，外施电压随转子位置不同而不同，此时，电动机应在电压为平均值的转子位置上进行堵转试验。

试验时，电源的频率应稳定，功率测量应采用低功率因数瓦特表，其电压回路应接至被试电机的出线端。被试电机通电后，应迅速进行试验，并同时读取三相电压、三相电流和输入功率。试验结束后，立即在两个出线端间测量定子绕组和转子绕组（对绕线转子电动机）的电阻。

6.1.2 试验结果的计算

6.1.2.1 堵转电流*和堵转转矩*的确定

若堵转试验时的最大电压在0.9～1.1倍额定电压范围内，堵转电流I_{KN}和堵转转矩T_{KN}可由堵转特性曲线查取（附图6）；若堵转试验时的最大电压低于0.9倍额定电压时，应作$\lg I_K = f(\lg U_K)$曲线，从最大电流点延长曲线，并查取堵转电流I_{KN}。此时，堵转转矩T_{KN}(N·m)按下式求取：

$$T_{KN} = T_K\left(\frac{I_{KN}}{I_K}\right)^2 \tag{11}$$

---

* 根据GB2900.25-82《电工名词术语电机》的规定，堵转电流和堵转转矩均指电动机在额定频率、额定电压下堵转时的电流和转矩。

式中：T_K 在最大试验电流 I_K 时测得的或算得的转矩，N·m。

对750W及以下电动机，若试验电压在0.9～1.1倍额定电压范围内，则堵转电流 I_{KN} 和堵转转矩 T_{KN} 按下式求取：

$$I_{KN}=I_K\frac{U_N}{U_K} \tag{12}$$

$$T_{KN}=T_K\left(\frac{U_N}{U_K}\right)^2 \tag{13}$$

7. 温升试验

温升试验可在任一方便的冷却介质温度下进行。

7.1 温度的测量方法

试验时，可用温度计法、电阻法、埋置检温计测量电机绕组及其他各部分的温度。

7.1.1 温度计法

温度计包括膨胀式温度计（例如水银、酒精等温度计）、半导体温度计及非埋置的热电偶或电阻温度计。测量时，温度计应紧贴在被测点表面，并用绝热材料复盖好温度计的测温部分，以免受周围冷却介质的影响。有交变磁场的地方，不能采用水银温度计。

7.1.2 电阻法

用电阻法测取绕组的温度时，冷热态电阻必须在相同的出线端上测量。此时，绕组的平均温升 $\Delta\theta$(K)按下式计算：

$$\Delta\theta=\frac{R_f-R_0}{R_0}(K_a+\theta_0)+\theta_0-\theta_f \tag{14}$$

式中 R_f——试验结束时的绕组电阻（Ω）；

R_0——试验开始时的绕组电阻(Ω)；

θ_f——试验结束时的冷却介质温度(℃)；

θ_0——试验开始时的绕组温度（℃）；

K_a——常数。对铜绕组，为235；对铝绕组，除另有规定外应采用225。

7.1.3 埋置检温计法

测量埋置式电阻温度计的电阻时，应控制测量电流的大小和通电时间，使电阻值不致因测量电流引起的发热而有明显的改变。

7.2 温升试验时冷却介质温度的测定

7.2.1 对采用周围空气冷却的电机，可用几只温度计分布在冷却空气进入电机的途径中进行测量。温度计应安置在距电机约1～2 m处，球部处于电机高度一半的位置并应防止外来辐射热及气流的影响。取温度计读数的平均值作为冷却介质温度。

7.2.2 对采用外接冷却器及管道通风冷却的电机，应在电机的进风口处测量冷却介质的温度。

7.2.3 对采用内冷却器冷却的电机，冷却介质的温度应在冷却器的出口处测量；对有水冷冷却器的电机，水温应在冷却器的入口处测量。

7.2.4 试验结束时冷却介质温度的确定。

7.2.4.1 对连续定额和断续周期工作制定额的电机，试验结束时的冷却介质温度，应取在整个试验过程最后的 1/4 时间内，按相等时间间隔测得的几个温度计读数的平均值。

7.2.4.2 对短时定额的电机，试验结束时的冷却介质温度，若定额为 30 min 及以下，取试验开始与结束时的温度计读数的平均值，若定额为 30 min 以上 90 min 以下，取其 1/2 试验时间与结束时温度计读数的平均值。

7.3 电机绕组及其他各部分温度的测定

7.3.1 绕组温度的测定

电机绕组的温度用电阻法测量，应优先采用双桥带电测温法。如电机有埋置检温计时，则用检温计测量。

7.3.2 铁心温度的测定

铁心温度用检温计或温度计测量。对大、中型电机，温度计应不少于两支，取其最高值作为铁心温度。

7.3.3 轴承温度的测定

轴承温度用温度计测量。对于滑动轴承，温度计放入轴承的

测温孔内，或者放在接近轴瓦的表面处，对于滚动轴承，温度计放在最接近轴承外圈处。

7.3.4 集电环温度的测定

电机停机后，立即用温度计测量集电环表面的温度，取测得的最高值，作为集电环温度。

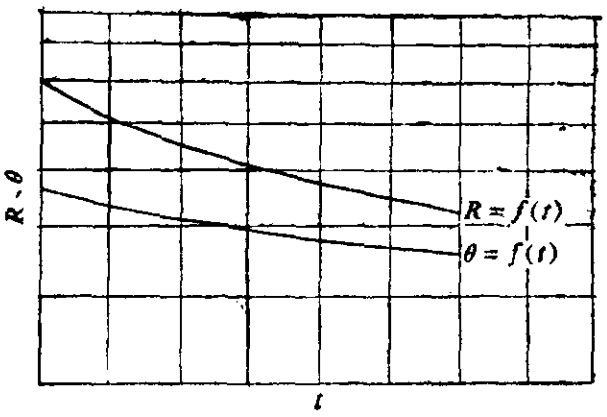
7.4 电机停机后测得温度的修正

如电机各部分的温度或电阻在切离电源后测得，则所测的温度值或电阻值应采用外推法修正到断电瞬间。

如在切离电源后，电机某些部分的温度继续上升，则应取测得的最高数值作为相应于断电瞬间的温度。

7.4.1 外推法

电机切离电源后，应立即测取电阻或温度与对应的时间，在半对数坐标纸上绘制电阻 R 或温度 θ 对于时间 t 的冷却曲线（附图 7）。延长曲线与纵轴相交，其交点即为断电瞬间的电阻值或温度值。



附图 7

7.4.2 第一点读数的时间

采用外推法时，从电机切离电源至测得冷却曲线第一点读数的时间应尽可能短，一般应不超过附表 13 所规定的数值。如确因电机的转动惯量过大，不能在附表

附表 13

电机的额定功率	第一点读数的时间
50kW及以下	30 s
大于50kW至200kW	90 s
大于200kW至5000kW	120 s
大于5000kW	按专门协议

13 所规定的时间内测得第一点读数，则允许按该类型电机标准所规定的时间进行。

7.5 温升试验方法

温升试验方法有直接负载法和等效负载法。应优先采用直接负载法。

等效负载法包括降低电压负载法和定子叠频法。等效负载法限于 S1 工作制电动机采用。如限于设备，对 100 kW 以上的电机，允许采用降低电压负载法；对立式或 300 kW 以上的电机，允许采用定子叠频法。

7.5.1 直接负载法

直接负载法的温升试验应在额定频率、额定电压、额定功率或铭牌电流下进行。

7.5.1.1 连续定额（S_1 工作制）电动机

试验时，被试电机应保持额定负载，直到电机各部分温升达到热稳定状态为止。试验过程中，每隔半小时记录被试电机的电压，电流和输入功率以及定子铁心、轴承、风道进出口的冷却介质和周围冷却介质的温度。如采用带电测温法时，还应每隔半小时以及试验结束前测量绕组的电阻。

试验期间，应采取措施，尽量减少冷却介质温度的变化。

为了缩短试验时间，在温升试验开始时，可以适当过载。

如采用外推法确定绕组的温升，电机停机后，应立即测量绕组的电阻。对采用外接冷却器及管道通风冷却的电机，在电机切离电源的同时，应停止冷却介质的供给。

如以铭牌电流进行温升试验，对应于额定功率时的绕组温升 $\Delta\theta_N$(K)按下述方法换算：

当 $\frac{I_1-I_N}{I_N}$ 在 ± 10% 范围内时：

$$\Delta\theta_N=A\theta\left(\frac{I_N}{I_1}\right)^2\left[1+\frac{\Delta\theta\left(\frac{I_N}{I_1}\right)^2-\Delta\theta}{K_c+\Delta\theta+\theta_r}\right] \tag{15}$$

当$\frac{I_t-I_N}{I_N}$在±5%范围内时：

$$\Delta\theta_N=\Delta\theta\left(\frac{I_N}{I_t}\right)^2 \tag{16}$$

式中 I_N——满载电流，即额定功率时的电流，（A）。从工作特性曲线上求得；

I_t——温升试验时的电流，（A）。取在整个试验过程最后的 1/4 时间内，按相等时间间隔测得的几个电流的平均值；

$\Delta\theta$——对应于试验电流 I_t 的绕组温升，K。

7.5.1.2 短时定额（S_2 工作制）电动机

试验应从实际冷状态下开始。试验的持续时间按定额的规定。试验时，按照工作周期长短，每间隔 5～15 min 记录一次试验数据。其他试验要求同 7.5.1.1。

对应于额定功率时的绕组温升 $\Delta\theta_N$ 按下述方法换算：

当$\frac{I_t-I_N}{I_N}$在±5%范围内时，按公式（16）进行换算。

当$\frac{I_t-I_N}{I_N}$不在±5%范围内时，应重做温升试验。

7.5.1.3 断续周期工作制定额（S_3 工作制）电动机

如无其他规定，试验时每一个工作周期应为 10 min，直到电机各部分温升达到热稳定状态为止。温度的测定应在最后一个工作周期中负载时间的一半终了时进行。为了缩短试验时间，在试验开始时，负载可适当地持续一段时间。

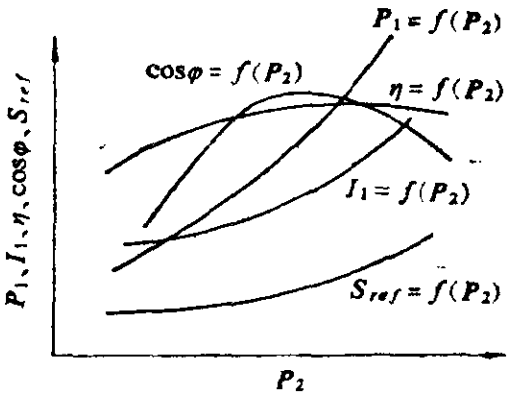
对绕线转子电动机，每次起动时，应在转子绕组中串入附加电阻或电抗，将起动电流的平均值限制在 2 倍额定电流（基准负载持续率时的额定电流值）范围内。每一工作周期的运行结束时，电动机应在 3 s 内停止转动。

8. 效率、功率因数及转差率的测定

8.1 工作特性曲线的测取

工作特性曲线是电动机在额定电压和额定频率下，输入功率 P_1，定子电流 I_1，效率 η，功率因数 $\cos\varphi$ 及转差率 S 与输出功率 P_2 的关系曲线（附图 8）。

工作特性曲线应在电动机的温度接近热状态时，在负载试验中测取。此时，在1.25～0.25倍额定功率范围内测取6～8点读数。每点应测取下列数值：三相电压，三相电流，输入功率及转差率。



附图 8

如限于设备，对立式和 300 kW 以上的电动机或大于 8 极的 200 kW 以上的电动机，允许按 8.5.6 圆图计算法或 8.5.7 等值电路法求取额定功率时的工作特性。

杂散损耗 P_s(W)，可用 8.5.2 反转法或 8.5.3 输入输出法进行测定。

对不实测杂散损耗的电机，则额定功率时的杂散损耗值取其输入功率的 0.5%。对于其他负载点，杂散损耗值按与定子电流平方成正比确定。

8.5.2 反转法

试验时，被试电机以及异步机反转法中辅助电机的功率测量，必须采用低功率因数瓦特表。其电压回路应直接接至电机的出线端。

8.5.2.1 基频杂散损耗的测量

将转子取出，但端盖等结构件应就位，定子绕组上施以额定频率的低电压。在 1.1～0.5 倍额定电流范围内测取 5～7 点读数，每点应同时读取三相电流和输入功率。试验结束后，立即测量定子绕组的电阻。

基频杂散损耗 P_{sf}(W) 按下式求取：

$$P_{sf}=P_1-3I_1^2R_1 \tag{17}$$

8.5.2.2 高频杂散损耗的测量

高频杂散损耗的测量应在被试电机接近热状态下进行。对于小型铸铝转子异步电机，也可从冷态开始以额定电流反转预热10min后进行。

高频杂散损耗可用下列方法测量：

a. 测功机反转法或校正过直流电机反转法(仅适用于反转预热的情况)。

测功机或校正过直流电机的功率，在与被试电机同样的转速下，应为被试电机额定功率的15%左右。采用数字式转矩测量仪时，转矩传感器的标称转矩应为被试电机额定转矩的15%左右。

直流电机的校正，应在电动机状态下进行。校正方法及使用时的要求同8.4.1。

将测功机或校正过直流电机用联轴器与被试电机联接。彼此旋转方向相反，使被试电机运行在电磁制动状态。将测功机或校正过直流电机开动到被试电机的同步转速，在试验过程中，应保持同步转速不变(如电源不为额定频率，应为对应于实际频率的同步转速)。待机组机械耗稳定后，随即在被试电机的定子绕组上施以额定频率的低电压，使定子电流达到额定值，预热10 min。

接着，在1.1～0.5倍额定电流范围内测取5～7点读数，每点应同时读取被试电机的输入功率P_1、三相电流I_1、测功机的转矩T_d或校正过直流电机的电枢电流I_a。然后，断开被试电机的电源，机组仍应保持同步转速运转，测取测功机的转矩T_{d0}或校正过直流电机的电枢电流I_{a0}。测定完毕后，应立即停机，迅速测量被试电机定子绕组的电阻。

计算用高频杂散损耗P'_{sh}(W)，按下式求取：

$$P'_{sh}=P_d-P_{d0}-(P_1-3I_1^2R_1) \tag{18}$$

式中测功机的输出功率P_d(W)和P_{d0}(W)按下式求取：

$$P_d=\frac{T_d n_s}{9.55} \tag{19}$$

$$P_{d0}=\frac{T_{d0} n_s}{9.55} \tag{20}$$

式中 $T_d T_{d0}$ 测功机的转矩（N·m）。

当采用校正过直流电机时，应根据试验时测得的电枢电流 I_a 和 I_{a0}，从校正曲线 $T_d = f(I_a)$ 上求取其转矩值。

高频杂散损耗 P_{sh}(W) 按下式求取：

$$P_{sh} = P'_{sh} + P_{sf} \tag{21}$$

b．异步机反转法

选择一台与被试电机功率相等或接近、极数相同的异步电机作辅助电机，将它与被试电机用联轴器联接。辅助电机施以额定频率的额定电压（或接近额定电压），在试验过程中应保持不变。被试电机施以额定频率的低电压、旋转方向应与辅助电机相反。使被试电机运行在电磁制动状态。试验时，首先开动辅助电机，待机组机械耗稳定后，在低电压下接通被试电机的电源。使定子电流达到额定值，预热 10 min。

接着，在 1.1～0.5 倍额定电流范围内测取 5～7 点读数，每点应同时读取被试电机的输入功率 P_1、三相电流 I_1 和辅助电机的输入功率 P_{a1}。然后，断开被试电机的电源，读取辅助电机的输入功率 P_{a0}。测定完毕后，应立即停机，并迅速测量被试电机定子绕组的电阻。

如果在温升试验后立即进行本试验，则不需进行预热。

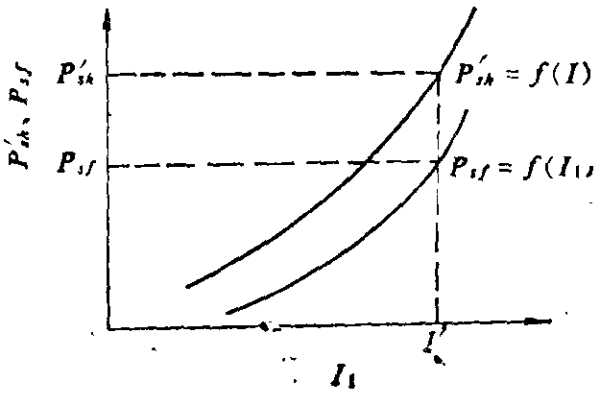
计算用高频杂散损耗 P'_{sh}(W)，按下式求取：

$$P'_{sh} = P_{a1} - P_{a0} - (P_1 - 3I_1^2 R_1) \tag{22}$$

高频杂散损耗 P_{sh} 按公式（21）求取。

8.5.2.3 总杂散损耗的求取

分别绘制基频杂散损耗 P_{sf} 及计算用高频杂散损耗 P'_{sh} 对定子电流 I_1 的关系曲线（附图 9）。因空载电流所引起的杂散损耗已包括在铁耗中，故被



附图 9

试电机的杂散损耗应按计算电流 I_1' 求取。

计算电流 I_1' 按下式计算：

$$I_1' = \sqrt{I_1^2 - I_0^2} \tag{23}$$

式中 I_0——被试电机在额定电压时的空载电流。

从附图 9 中查出对应于计算电流 I_1' 的基频杂散损耗 P_{sf} 和计算用高频杂散损耗 P_{sh}' 的数值，被试电机的总杂散损耗 P_s(W)按下式计算：

$$P_s = P_{sh} + P_{sf} = P_{sh}' + 2P_{sf} \tag{24}$$

如不测定基频杂散损耗，则总杂散损耗 P_s 也可按下式求取：

$$P_s = (1 + 2C)P_{sh}' \tag{25}$$

式中 C——各类型电动机的统计系数。

9. 短时过转矩试验

短时过转矩试验应在额定电压、额定频率下进行。

试验时，电动机在热状态下，逐渐增加负载，使其转矩达到 GB 755-81 或各类型电机标准所规定的过转矩数值，历时 15 s。

如限于设备，允许在试验时用测量定子电流代替转矩的测量，此时，定子电流值应等于 1.1 倍的过转矩倍数乘以额定电流值。

10. 最大转矩的测定

最大转矩的测量方法有下列几种：

a. 测功机或校正过直流电机法；

b. 转矩测量仪法；

c. 转矩转速仪法；

d. 圆图计算法。

采用上述 a、b、c 三种方法时，应在额定频率、额定电压下进行测定，如试验电压不能达到额定电压，最大转矩值应按10.5换算。

10.1 测功机或校正过直流电机法

用测功机或校正过直流电机作被试电机的负载，最大转矩从测功机磅秤上读出，或按试验时的转速和直流电机的电枢电流 I_a，从直流电机的校正曲线 $T_d = f(I_a)$ 上求得。

直流电机可用准确度为1%的测功机校正或用损耗分析法校正。校正方法及使用时的要求同8.4.1。

试验时，将被试电机与测功机或校正过的直流电机用联轴器联接，使两者的旋转方向一致。逐渐增加被试电机的负载至测功机磅秤读数或校正过直流电机的电枢电流出现最大值。读取此数值和被试电机的端电压。采用校正过直流电机时，需同时读取转速值。

试验过程中，应防止被试电机过热而影响测量的准确性。被试电机的端电压应在其出线端上测量。

10.2 转矩测量仪法

用转矩测量仪法测定最大转矩时，必须测取被试电机的转矩转速特性曲线，最大转矩从曲线上求取。

转矩转速特性曲线可逐点测定后由人工描绘，也可用自动记录仪直接描绘。对分马力和小型电机，这两种方法均可采用。对滚动轴承的中型电机应采用前者。逐点测定转矩转速特性曲线时，测取的点数应满足正确求取各种转矩（最大转矩、最小转矩、同步转矩、堵转转矩）的需要。在这些转矩附近，测量点应尽可能密一些。

试验过程中，应防止被试电机过热而影响测量的准确性，必要时，转矩转速特性曲线可分段测量。

10.2.1 以直流电机作负载时，被试电机与传感器、直流电机用联轴器联轴。直流电机他励，其电枢由可调电压和可变极性的电源供电。被试电机与直流电机的转向应一致。调节直流电机的电源电压，逐渐增加被试电机的负载，并同时读取转矩、转速和电压值。或用自动记录仪描绘转矩特性曲线和被试电机端电压与转速的关系曲线。

用自动记录仪描绘曲线时，建议在被试电机转速上升和下降的情况下测取两条转矩特性曲线，取其平均值。每条曲线的描绘时间应不少于15 s。

10.3 转矩转速仪法

转矩转速仪是应用电动机在空载起动过程中，其加速度正比于电机转矩的原理而制成的摄取转矩转速特性曲线的仪器。

本方法限于大、中型电机采用。

为了提高测量的准确性，试验时，应按被试电机的起动时间，正确选取微分参数和滤波参数；显示图形的线条要细，干扰纹波要小，转矩定标要尽量准确。并应同时摄取被试电机端电压与转速的关系曲线。

10.4 圆图计算法

如限于设备，对立式电机和 100 kW 以上的电机，允许采用圆图计算法求取最大转矩。此时，电动机应按 6.1.1.4 的规定进行堵转试验。

圆图计算法公式中的电压、电流和电阻为相电压(V)、相电流（A）和相电阻（Ω)的三相平均值；功率为三相功率值(W)。

10.4.1 圆图计算法所需参数

a. 定子绕组电阻 R_{1ref}：换算至基准工作温度时的电阻值；

b. 由空载试验求得的参数：

空载电流的有功分量：

$$I_{0R}=\frac{P_0-P_{fw}}{3U_N}$$

空载电流的无功分量：

$$I_{0X}=\sqrt{I_0^2-I_{0R}^2}$$

c. 由堵转试验求得的参数：

堵转电流：

$$I_{KN}=I_K\frac{U_N}{U_K}$$

堵转功率：

$$P_{KN}=P_K\left(\frac{U_N}{U_K}\right)^2$$

堵转电流的有功分量：

$$I_{KR}=\frac{P_{KN}}{3U_N}$$

堵转电流的无功分量：

$$I_{KX}=\sqrt{I_{KN}^2-I_{KR}^2}$$

10.4.2 最大转矩的求取：

$$K = I_{KR} - I_{0R}$$

$$H = I_{KX} - I_{0X}$$

$$r = \frac{1}{2}\left(H + \frac{K^2}{H}\right)$$

$$I_{2K} = \sqrt{K^2 + H^2}$$

$$K_1 = \frac{I_{2K}^2 R_{1ref}}{U_N}$$

由 $\operatorname{tg}\beta = \frac{H}{K_1}$ 求出 β，$\operatorname{tg}\frac{\beta}{2}$

$$T = 3rU_N \operatorname{tg}\frac{\beta}{2}$$

$$P_m = \frac{P_N + P_{fw} + P_s}{1 - s}$$

最大转矩倍数：

$$K_T = \frac{C_T}{P_m}$$

式中 C——对10kW及以上的笼型电机，取 $C = 0.9$；对绕线转子电机和小于10kW的笼型电机，取 $C = 1.0$。

最大转矩：$T_{max} = K_T T_N$

式中 T_N——额定转矩，N·m。

10.5 最大转矩值的换算

当试验电压在0.9～1.1倍额定电压范围内时，最大转矩 T_{max} 按下式求取：

$$T_{max} = T_{maxt}\left(\frac{U_N}{U_t}\right)^2 \tag{26}$$

式中 T_{maxt} 在试验电压 U_t 下测得的最大转矩，N·m。

当试验电压低于0.9倍额定电压时，应在 1/3～2/3 额定电压范围内，均匀测取三个不同电压下的最大转矩值，作 $\lg T_{maxt} = f(\lg U_t)$ 曲线，延长曲线，求出对应于额定电压时的最大转矩 T_{max}。

11. 最小转矩的测定

笼型电机在起动过程中最小转矩的测量方法有下列几种：

a．测功机或校正过直流电机法；

b．转矩测量仪法。

c．转矩转速仪法。

测定时，被试电机应接近实际冷状态，在额定频率和额定电压下进行。如试验电压不能达到额定电压，最小转矩值应按10.4换算。

11.1　测功机或校正过直流电机法

用测功机或校正过直流电机作被试电机的负载，最小转矩从测功机磅秤上读出。或按试验时的转矩和校正过直流电机的电枢电流，从直流电机的校正曲线 $T_d = f(I_a)$ 上求得。

直流电机的校正和使用时的要求同 9.1。

试验时，将被试电机与测功机或校正过直流电机用联轴器联接，先在低电压下确定被试电机出现最小转矩的中间转速（即同步转速的 1/13～1/7 范围内的某一转速，机组在该转速下能稳定运行而不升速）。断开被试电机的电源，调节测功机或校正过直流电机的电源电压，使其转速约为中间转速的 1/3。然后，合上被试电机的电源，迅速调节测功机的电源电压（或励磁电流）或校正过直流电机的电源电压，直至测功机的磅秤读数或校正过直流电机的电枢电流出现最小值，读取此数值和被试电机的端电压。采用校正过直流电机时，需同时读取转速值。

用测功机作负载时，当测功机与被试电机的转向相同，而不能测得最小转矩时，可改变测功机电源电压的极性再行测试。

试验过程中，应防止被试电机过热。

11.2　转矩测量仪法

用转矩测量仪法测量最小转矩时，必须测取被试电机的转矩转速特性曲线，最小转矩从曲线上求取。

试验方法及要求同 9.2。转矩转速曲线应从堵转状态开始使转速逐渐升高进行测取。

11.3　转矩转速仪法

用转矩转速仪法测定最小转矩的方法同 9.3。

10.4 最小转矩值的换算

当试验电压在 0.95～1.05 倍额定电压范围内时，最小转矩 T_{min} 按下式求取：

$$T_{min} = T_{min'}\left(\frac{U_N}{U_t}\right)^2 \tag{27}$$

式中 $T_{min'}$——在试验电压 U_t 下测得的最小转矩，N·m。

当试验电压低于 0.95 倍额定电压时，应在 1/3～2/3 额定电压范围内，均匀测取三个不同电压下的最小转矩值，作 $\lg T_{min'} = f(\lg U_t)$ 曲线，延长曲线，求出对应于额定电压时的最小转矩 T_{min}。

12. 噪声的测定

噪声的测定按 GB2806-81《电机噪声测定方法》进行。

13. 振动的测定

振动的测定按 GB 2807-81《电机振动测定方法》进行。

注：本摘要对原标准的序号作了重新安排。

附录 5 电机基本技术要求（摘自GB755-81）

1. 适用范围

本标准适用于各种类型的旋转电机（微型控制电机除外）。

各类型电机凡有本标准未规定的附加要求时，应在该类型电机的标准中作补充规定。

某些类型电机如在本标准的某些条款上有特殊要求时，应在该类型电机的标准中作特殊规定。

2. 海拔和环境空气温度

电机应能在下列海拔和环境空气温度条件下运行。

2.1 海拔

海拔不超过1000m。

电机指定在海拔超过1000m的地点使用时，应按10.4.5和10.4.6款规定。

2.2 环境空气温度

使用地点的环境空气（按电机冷却系统的不同，可以是初级或次级冷却介质）温度，随季节而变化，但不超过40℃。

电机指定在环境空气温度高于或低于40℃条件下使用时，应按10.4.2至10.4.4款规定。

电机如采用水冷冷却器，冷却器的进水温度应按10.1.4款规定。

3. 电压及电流波形与对称性

电机应能适用于下列条件：

3.1 对于交流电动机，电源电压为实际正弦波形。对于多相电动机，电源电压并为实际对称系统。

3.2 对于交流发电机，其所供电回路为实际无畸变及实际对称。

3.3 对于由静止整流电源供电的直流电动机，对电源的要求应在该类型电机的标准中规定。

4. 运行期间电压和频率的偏差

4.1 电压的偏差

发电机在额定转速（交流发电机并在额定功率因数）下，如电压与额定值的偏差不超过±5%时，输出功率仍能维持额定值。

电动机当电源电压（如为交流电源时频率并为额定）与额定值的偏差不超过±5%时，输出功率仍能维持额定值。

当电压与额定值发生上述偏差时，发电机和电动机的性能允许与标准的规定不同，温升限值允许超过表1、表2的规定，超过的数值应在各类型电机的标准中规定。但在电压偏差达上述极限时，温升限值允许超过的最大值为：

额定功率为1000kW（或kVA）及以下的电机——10K；

额定功率为1000kW（或kVA）以上的电机——5K。

4.2 频率的偏差

交流电机当频率（电压为额定）与额定值的偏差不超过±1%

时，输出功率仍能维持额定值。

4.3 电压和频率同时发生偏差

电压和频率同时发生偏差（两者偏差分别不超过±5%和±1%），若两者偏差都是正值，两者之和不超过6%；或两者偏差都是负值或分别为正与负值，两者绝对值之和不超过5%时，交流电机输出功率仍能维持额定值，性能和温升限值按4.1款规定。

5. 工作制及其分类

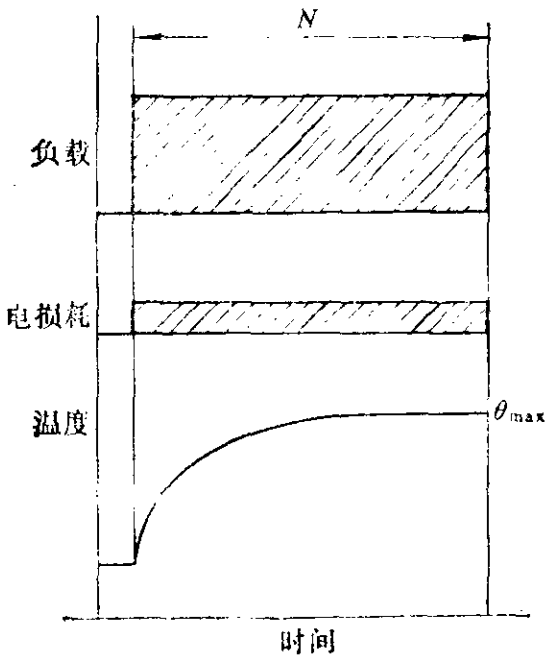
工作制是对电机各种负载，包括空载、停机和断能，及其持续时间和先后次序情况的说明。按照连续的、短时的和周期的，分为以下8类工作制。

5.1 连续工作制（S1）

在恒定负载下连续运行至热稳定状态（见附图10）。

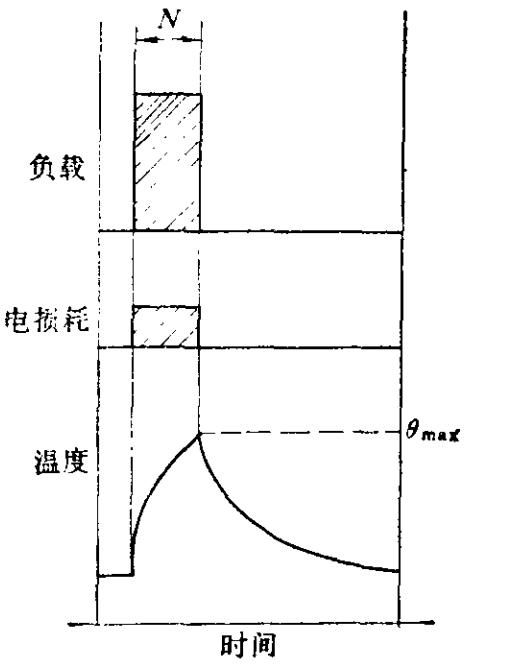
5.2 短时工作制（S2）

在恒定负载下按给定的时间运行，未达到热稳定状态时即停机和断能一段时间，使电机再度冷却到与冷却介质温度之差在2K以内（见附图11）。



附图10 连续工作制S1

N—在额定条件下运行
θ_{max}—达到的最高温度



附图11 短时工作制S2

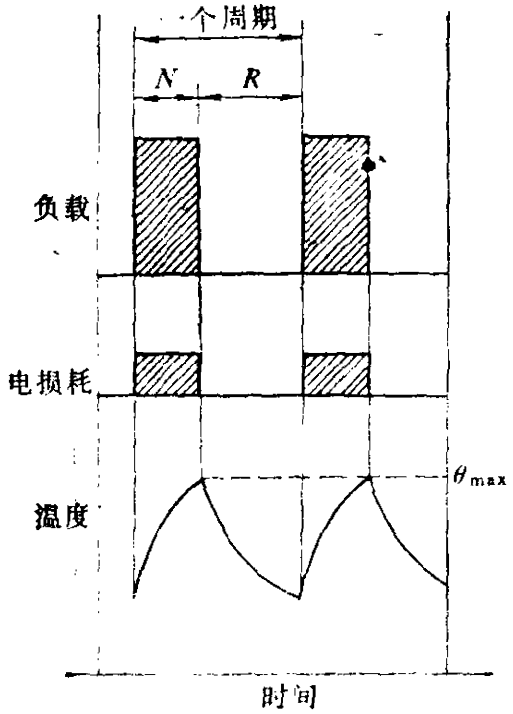
N—在额定条件下运行
θ_{max}—在工作周期中达到的最高温度

5.3 断续周期工作制（S3）

按一系列相同的工作周期运行，每一周期由一段恒定负载运行时间和一段停机和断能时间所组成（见附图12），但这些时间较短，均不足以使电机达到热稳定状态，且每一周期的起动电流对温升无明显的影响。

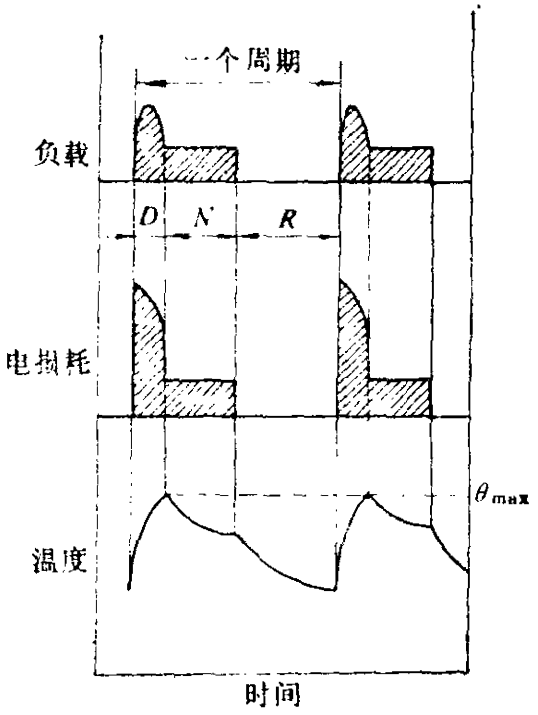
5.4 包括起动的断续周期工作制（S4）

按一系列相同的工作周期运行，每一周期由一段起动时间，一段恒定负载运行时间和一段停机和断能时间所组成（见附图13），但这些时间较短，均不足以使电机达到热稳定状态。



附图12 断续周期性工作制S3

N—在额定条件下运行 *R*—停机和断能 θ_{max}—在工作周期中达到的最高温度 负载持续率：$FC = (N/N+R)\cdot 100\%$



附图13 包括起动的断续周期工作制S4

D—起动 *N*—在额定条件下运行 *R*—停机和断能 θ_{max}—在工作周期中达到的最高温度 负载持续率：$FC = (D+N/D+N+R)\cdot 100\%$

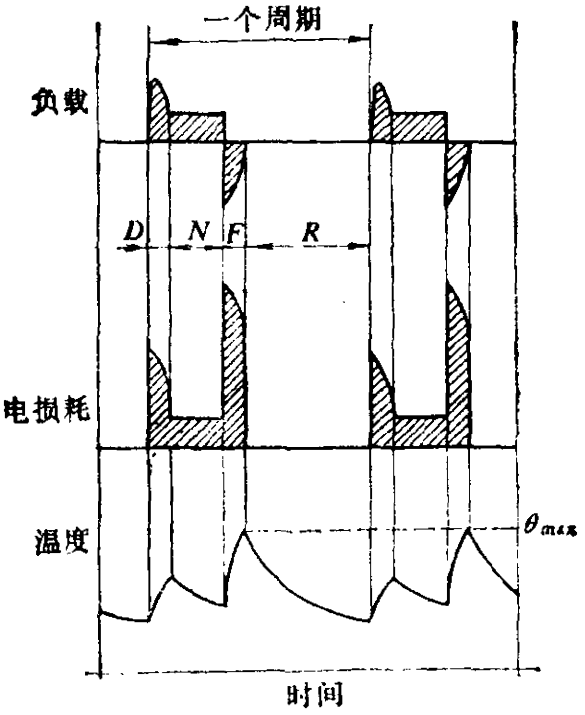
5.5 包括电制动的断续周期工作制（S5）

按一系列相同的工作周期运行，每一周期由一段起动时间、一段恒定负载运行时间、一段快速电制动时间和一段停机和断能

时间所组成（见附图14），但这些时间较短，均不足以使电机达到热稳定状态。

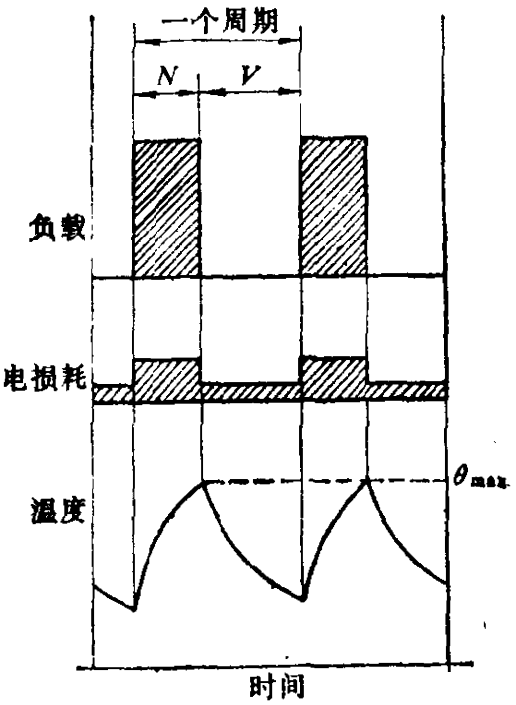
5.6 连续周期工作制（S6）

按一系列相同的工作周期运行，每一周期由一段恒定负载运行时间和一段空载运行时间所组成（见附图15），但这些时间较短，均不足以使电机达到热稳定状态。



附图14 包括电制动的断续周期性工作制S5

D—起动 *N*—在额定条件下运行 *F*—电制动 *R*—停机和断能 θ_{max}—在工作周期中达到的最高温度 负载持续率：$FC=(D+N+F/D+N+F+R)\cdot 100\%$



附图15 连续周期工作制S6

N—在额定条件下运行 *V*—空载运行 θ_{max}—在工作周期中达到的最高温度 负载持续率：$FC=(N/N+V)\cdot 100\%$

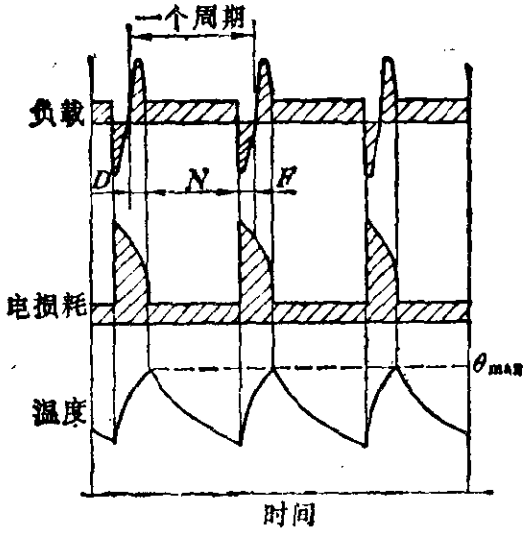
5.7 包括电制动的连续周期工作制（S7）

按一系列相同的工作周期运行，每一周期由一段起动时间、一段恒定负载运行时间和一段电制动时间所组成（见附图16），但这些时间较短，均不足以使电机达到热稳定状态。

5.8 包括负载与转速相应变化的连续周期工作制（S8）

按一系列相同的工作周期运行，每一周期由一段加速时间、

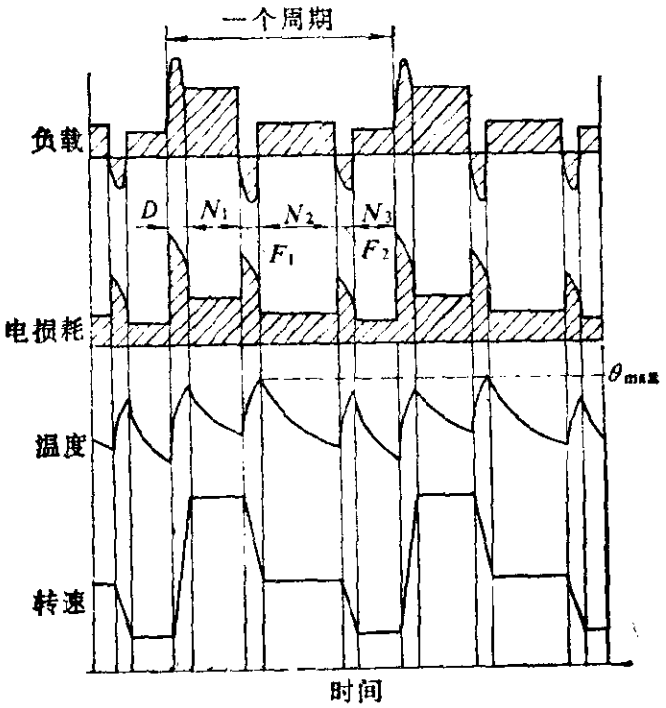
一段按预定转速的恒定负载运行时间、接着按一个或几个不同转速的其他恒定负载运行时间所组成（见附图17），但这些时间较短，均不足以使电机达到热稳定状态。



附图16　包括电制动的连续周期性工作制 S7

D—起动　N—在额定条件下运行　F—电制动

θ_{max}—在工作周期中达到的最高温度　负载持续率：$FC = 1$



附图17　包括负载与转速相应变化的连续周期工作制 S8

F_1、F_2—电制动　N_1、N_2、N_3—在额定条件下运行

D—加速　θ_{max}—在工作周期中达到的最高温度

负载持续率：$FC1 = [(D + N_1)/(D + N_1 + F_1 + N_2 + F_2 + N_3)] \cdot 100\%$

$FC2 = [(F_1 + N_2)/(D + N_1 + F_1 + N_2 + F_2 + N_3)] \cdot 100\%$

$FC3 = [(F_2 + N_3)/(D + N_1 + F_1 + N_2 + F_2 + N_3)] \cdot 100\%$

注：S1至S8工作制主要适用于电动机，但其中某些工作制也适用于发电机。

6. 定额及其分类

定额是由制造厂按照本标准的要求对电机所规定的，于铭牌上标明的全部电量和机械量的数值及其运行的持续时间和顺序。定额分为以下3类。

6.1 连续定额

连续定额是制造厂对电机所规定的可以作长期运行的负载和条件。

6.2 短时定额

短时定额是制造厂对电机所规定的可以作短时运行的负载时间和条件。电机应在实际冷状态下起动，并在规定的时限内运行。短时定额的时限优先采用10、30、60或90min。

6.3 周期工作定额

周期性工作制定额是制造厂对电机所规定的可以按指定的工作周期运行的负载和条件。这类定额电机的工作制应符合5.3至5.8款工作制中的一种。

对S3和S6工作制，每一工作周期的时间为10min。

对S3、S4、S5、S6和S8工作制，负载持续率为15%、25%、40%和60%。

对S4、S5、S7和S8工作制，每小时等效起动次数*优先采用150、300和600次，并应给出电动机的转动惯量（J_m）和折算到电机轴上的全部外加转动惯量（J_{ext}）**。

7. 工作制的表示和定额的选用规则

7.1 工作制的表示

用户应尽可能准确地表明所需的工作制。在负载不变或按已知方式变化的情况下，工作制可用数字或用变量的时间程序图表

---

* 每小时等效起动次数是指电机每小时的起动、点动和反接制动所产生的总热量与一次起动所产生的热量之比。

** 转动惯量也可用飞轮力矩（GD^2）表示。

明。

如果时间程序不明确，应从S 2 至S 8 工作制中选择一个假设的时间程序，但其繁重程度应不低于实际情况。

如不表明所需的工作制，则认为是连续工作制。

7.2 定额的选用

定额由制造厂规定并按第 6 条的规定选用。所选用的定额一般是以连续工作制（S 1）为基准的连续定额或以短时工作制（S 2）为基准的短时定额。如不合适，可按实际需要选用以S 3 至S 8 周期工作制之一为基准的周期工作定额。

一般用途的电机应具有连续定额，并能按S 1 工作制运行。如用户没有提出电机的定额，则认为是以S 1 工作制为基准的连续定额。

对短时使用的电机，定额是以S 2 工作制为基准，并按第 8 条的规定作出标志。

对用于变动负载或用于包括空载或停机和断能的电机，应具有S 3 至S 8 工作制之一为基准的周期工作定额，并按第 8 条的规定作出标志。对于这些电机，通常采用等效连续定额*作试验，在用户与制造厂双方达成协议时，也可按实际的或假定的工作制进行试验。

7.3 定额的给定

定额应按本章的规定选取，并按第十三部分的规定标于铭牌上。全部按定额的运行称为“额定运行”。

对具有多组定额的电机，其每组定额应全面符合本标准的有关规定。

当电机线端接有其他电器元件（电力变压器除外），并作为电机整体的一部分时，定额应归算到包括该电器元件的线端。

---

* 等效连续定额是制造厂为了简化试验对电机所规定的负载和条件，按照这种负载和条件运行所达到热稳定状态，应与5.3至5.8款所规定的周期工作制之一等效。

8. 标志

每一种工作制除用第5条规定的相应代号S1至S8作为标志外，并应按下列各款的规定。

8.1 对S2工作制

在代号后加工作持续时间。

例：S2 60min

8.2 对S3和S6工作制

在代号后加负载持续率（FC）

例：S3 40%；S6 60%

8.3 对S4和S5工作制

在代号后加负载持续率（FC）、电动机的转动惯量（J_m）、外加的转动惯量（J_{ext}）以及每小时等效起动次数。

例：S4 25% $J_m=1.5kg\cdot m^2$

$J_{ext}=7kg\cdot m^2$ 600次

8.4 对S7工作制

在代号后加电动机的转动惯量（J_m）、外加的转动惯量（J_{ext}）以及每小时等效起动次数。

例：S7 $J_m=4kg\cdot m^2$

$J_{ext}=75kg\cdot m^2$ 300次

8.5 对S8工作制

在代号后加电动机的转动惯量（J_m）、外加的转动惯量（J_{ext}），每一固定转速下的负载、转速、负载持续率（FC）以及每小时等效起动次数。

例：S8 $J_m=5kg\cdot m^2$ $J_{ext}=60kg\cdot m^2$

16kW 700 r/min 15% 300次

40kW 1460r/min 25% 300次

25kW 960 r/min 60% 300次

9. 额定值

9.1 基准额定值

a. 直流发电机

出线端的额定输出，用瓦（W）、千瓦（kW）或兆瓦(MW)表示。

b．交流发电机

出线端的额定输出，用伏安（VA）、千伏安(kVA)或兆伏安(MVA）为单位的视在功率连同功率因数来表示，也可用瓦(W)、千瓦（kW）或兆瓦（MW）为单位的有功功率来表示。如无其他规定，同步发电机的额定功率因数为0.8（过励）。

c．电动机

轴上的有效机械功率，用瓦（W)、千瓦(kW）或兆瓦(MW)表示。

d．同步调相机

线端的额定无功功率，用在欠励及过励状态下的乏（var)、千乏（kvar）或兆乏（Mvar）表示。

9.2 电压的额定值

a．额定电压

在额定运行时线端间的电压，用伏（V）或千伏(kV)表示。

b．在较小的指定电压范围内运行的发电机的额定值。

对直流发电机，除非另有规定，额定输出和电流应对应于该范围内的最高电压（见4.1款）。

对交流发电机，除非另有规定，额定输出和功率因数应对应于该范围内的任何电压（见4.1款）。

9.3 多种额定值

a．多速电机的额定值

对多速电机，应对每一转速给定明确的额定值。

b．变量电机的额定值

当额定量（功率、电压和转速）可以有几个数值或在两个极限值内连续变化时，则额定值应规定为这几个数值或极限值。此项规定不适用于±5%的电压偏差，也不适用于Y-△起动。

10. 电机各部分温度和温升的限值

10.1 温度和温升的限值表

表14规定了空气冷却电机在按第2条所规定的海拔和环境空气温度下额定运行时，其各部分从使用地点的环境空气温度起算的温升限值。

10.1.1 如电机中的各个绕组采用不同的冷却方法时，则每一绕组的温度或温升的限值应符合相应限值表的规定。

10.1.2 各种不同绝缘等级绕组的温度或温升的限值，应符合附表14中按不同测量方法所规定的数值。

10.1.3 对短时定额电机，其各部分的温升限值允许较附表14规定的数值提高10K。但应注意由于温升限值的提高可能带来的有害效应（例如在长铁心电机中的膨胀和收缩效应）。

10.1.4 对采用水冷冷却器的电机，其温升应从进入电机的冷却介质温度起算。冷却器的进水温度应不超过30℃；对采用闭路循环气体冷却的水轮发电机，冷却器的进水温度应不超过25℃；此时冷却气体温度应不超过35℃；发电机的温升允许较附表14的规定提高5 K。

如因受安装地点条件的限制，不能保证上述规定的冷却水温度时，则可根据用户的要求将冷却水温度提高到33℃，对水轮发电机提高到28℃。

10.2 额定电压超过11000V定子绕组的温升限值

10.2.1 空气冷却的电机

对额定电压超过11000V完全绝缘的定子绕组，附表14规定的温升限值应减去如下数值：

a．11000V以上至17000V，每1000V（或不足1000V）

1.5K（当用温度计测量时）；

1 K（当用埋置检温计测量时）。

b．17000V以上，每1000V（或不足1000V）应减去a项数值之后再减0.5K（当用温度计或埋置检温计测量时）。

附表14　用空气冷却的

项号	电机的部件
1	额定功率在5000kW（或kVA）及以上，或铁心长度为1 m及以上的电机的交流绕组
2	a.额定功率或铁心长度小于第1项的电机的交流绕组 b.除第3和4项以外的用直流励磁的交流和直流电机的磁场绕组 c.有换向器的电枢绕组
3	隐极式同步电机（同步感应电动机除外）的单排磁场绕组
4	a.补偿绕组和多层低电阻磁场绕组 b.表面裸露或金属表面涂漆的单层绕组****
5	永久短路的绝缘绕组
6	永久短路的无绝缘绕组
7	不与绕组接触的铁心及其他部件
8	与绕组接触的铁心及其他部件
9	换向器或集电环**（开启或封闭）

*　对高压交流绕组的修正适用于这些项目（见10.2款）。

**　换向器或集电环的温升应符合本身所采用的绝缘等级，但如换向器温升值只限于用膨胀式温度计测得。

***　若采用90K或更高的温升时，对电刷材质的选择需特别注意。

****　对多层磁场绕组，如下面的各层都与冷却介质接触，也包括在内。

10.2.2　氢外冷的电机

对额定电压超过11000V的定子绕组，规定的温升限值应减去如下数值：

a．11000V以上至17000V，每1000V（或不足1000V）为1K。

b．17000V以上，每1000V（或不足1000V）在减去a项数值之后再减0.5K。

电机的温升限值（K）

绝缘等级														
A 级			E 级			B 级			F 级			H 级		
温度计法	电阻法	检温计法	温度计法	电阻法	检温计法	温度计法	电阻法	检温计法	温度计法	电阻法	检温计法	温度计法	电阻法	检温计法
—	60	60*	—	70	70*	—	80	80*	—	100	100*	—	125	125*
50*	60	60	65*	75	75*	70*	80	80	85*	100	100	105*	125	125
—	—	—	—	—	—	—	90	—	—	110	—	—	—	—
60	60	—	75	75	—	80	80	—	100	100	—	125	125	—
65	65	—	80	80	—	90	90	—	110	110	—	135	135	—
60	—	—	75	—	—	80	—	—	100	—	—	125	—	—
这些部件的温升在任何情况下不应达到使邻近的任何绝缘或其他材料有损坏危险的数值														
60	—	—	75	—	—	80	—	—	100	—	—	125	—	—
60	—	—	70	—	—	80	—	—	90***	—	—	100***	—	—

或集电环与绕组靠近，则它们的温升应不超过邻近绕组所采用绝缘等级的容许限值，

10.3 轴承的容许温度

a．滑动轴承（油温不高于65℃时）——80℃。

b．滚动轴承（环境温度不超过40℃时）——95℃。

10.4 运行条件与规定不同时温升限值的修正

电机使用地点的海拔和环境空气温度与第2条的规定不同时，附表14规定的温升限值应按如下修正。

10.4.1 如指定的最高环境温度为40℃且海拔不超过1000m

时，表 1 规定的温升限值不作修正。

10.4.2 如指定的最高环境温度超过60℃或低于 0 ℃，温升限值应由制造厂和用户协议规定。

10.4.3 如指定的最高环境温度在40℃至60℃之间时，附表14规定的温升限值应减去环境温度超过40℃的数值。

10.4.4 如指定的最高环境温度在 0 ℃至40℃之间时，温升限值一般不增加。在制造厂与用户之间取得协议后允许增加，但应不超过指定的最高环境温度低于40℃的差值，最大为30K。

10.4.5 如无其他规定，电机指定在海拔1000 m至4000 m之间使用而最高环境温度未作规定时，则认为由海拔引起的冷却效果的降低可由最高环境温度因海拔而相应地降低得到补偿，因此，表 1 规定的温升限值不作修正。所指定的海拔和得以补偿的环境温度应按第41条的规定标于铭牌上。

1000 m 以上每100 m所需的环境温度降低补偿值规定按温升限值的 1 %折算。

10.4.6 如电机指定在海拔超过4000 m的地点使用时，温升限值应由制造厂和用户协议规定。

10.5 试验地点的海拔或环境温度与使用地点不同时温升限值的修正。

10.5.1 试验地点的海拔与使用地点的海拔（均不超过4000 m）不同时，附表14规定的温升限值应按（如有需要，应先按10.2和10.4款修正）如下修正。

如使用地点高于试验地点，温升限值应按两者的海拔差进行修正，如无其他规定，每100 m减少 1 %。计算海拔差时，低于1000 m的海拔均算作1000 m。

如试验地点高于使用地点，温升限值亦按上述规定，但每100 m应增加 1 %。

10.5.2 试验地点的环境温度与使用地点指定的最高环境温度或10.4.5款所规定的温度不同时，表 1 规定的温升限值应按如下修正。

如两者的差值不大于30K，温升限值不作修正。

如试验地点的环境温度低于（或高于）使用地点所指定的最高环境温度在30K以上，则温升限值应按上述有关条款修正后再减去（或加上）一百分数，其数值为两者差值的1/5。

11. 温升试验时的冷却介质温度及其测定

11.1 温升试验时的冷却介质温度

电机可在任一方便的冷却介质温度下作试验。如试验时冷却介质温度与使用地点所指定的（或10.4.5款所规定的）温度之差大于30K，应按10.5.2款的规定修正。

11.2 温升试验时冷却介质温度的测定

应采用在试验过程中最后的四分之一时间内，按相等时间间隔测得的几个温度计读数的平均值，作为试验结束时的冷却介质温度。

为了避免由于大型电机的温度不能迅速地随着冷却介质温度相应变化而产生误差，应采取一切适当的措施以减少冷却介质温度的变化。

11.2.1 用周围空气或气体冷却的电机

空气的温度可用几只温度计分布在电机四周进行测定。温度计安置在距电机1～2 m处，球部所处的位置为电机高度的一半，并应防止外来辐射热及气流的影响。

11.2.2 用外接冷却器及管道通风冷却的电机

冷却介质温度应在电机的进风口处测量。

11.2.3 用内冷却器冷却的电机

冷却介质温度应在冷却器的出口处测量。对有水冷冷却器的电机，水温应在冷却器的入口处测量。

12. 温升的测量方法

12.1 电机某一部分的温升

电机某一部分的温升即按本条所规定的适当方法测出的该部分温度与按11.1和11.2款所测出的冷却介质温度之差。

12.2 温度的测量方法

电机绕组和其他部分温度的测量方法共有三种：即温度计法、电阻法和埋置检温计法。

12.3 绕组温度的测量方法

如无其他规定，绕组温度应以下列规定方法所测得的结果为准。

12.3.1 对额定功率为5000kW(或kVA)及以上，或铁心长度为1 m及以上的交流电机定子绕组，应采用埋置检温计法。对额定功率为5000kW（或kVA）以下或铁心长度小于1 m的采用电阻法（优先采用双桥带电测温法），如有协议，可采用埋置检温计法。

对每槽只有一个线圈边的交流定子绕组，一般不采用埋置检温计法而采用电阻法。

12.3.2 对带换向器的电枢绕组、励磁绕组和绕线转子异步电机的转子绕组，可用电阻法或温度计法，但优先采用电阻法。同步电机的励磁绕组可用电阻法和埋置检温法。

12.3.3 对不能采用埋置检温计法或电阻法的下列绕组，应采用温度计法。

a．旋转或静止的单层绕组。

b．低电阻的换向极绕组和补偿绕组，以及一般属于低电阻范围，特别是接触电阻和引线电阻占整个电阻相当大比例的绕组。

12.4 温度计法

术语“温度计”包括膨胀式温度计（例如水银、酒精等温度计），半导体温度计以及非埋置的热电偶或电阻温度计。用此方法测量温度时，应将温度计贴在电机可接触到的表面，以测出接触点表面的温度。从被测点到温度计的热传导应尽可能良好；为了减少温度计球部向冷却空气泄漏的热量，测量点与温度计的球部应用绝热材料覆盖好。在电机存在变化磁场的位置上，不应采用水银温度计，以免影响测量结果的准确性。

12.5 电阻法（包括双桥带电测温法）

利用绕组的直流电阻在温度升高后电阻值相应增大的关系来确定绕组的温度，其所测得的是绕组的平均温度。应优先采用双桥带电测温法进行测量。

铜绕组的温升$\Delta t(K)$可由下式确定：

$$\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1}(235 + t_1) + t_1 - t_0$$

式中 R_2——试验结束时的绕组电阻(Ω)；

R_1——试验开始时的绕组电阻(Ω)；

t_1——试验开始时的绕组温度(℃)；

t_0——试验结束时的冷却介质温度(℃)。

对铜以及其他材料，应采用该材料在0 ℃时电阻温度系数的倒数来代替上列公式中的235。对于铝绕组，除另有规定外，应采用225。

12.6 埋置检温计法

埋置检温计即将电阻温度计或热电偶在电机制造过程中，埋置于电机制造完成后所不能达到的部位。采用这一方法测量温度时，在电机的绕组内至少埋置六个检温计，沿着圆周均匀分布。在保证安全的前提下，应尽量使检温计埋置于预计为最热点的各个部位，并应有良好的保护措施，以免同冷却介质接触。

应根据每槽的有效元件（线圈）边数，确定检温计的埋置部位如下。

12.6.1 每槽有两个线圈边

检温计应埋置于槽内两个绝缘线圈边之间。

12.6.2 每槽有两个以上的线圈边

检温计应埋置于绝缘线圈边之间的预计最热点处。

12.6.3 每槽有一个线圈边

检温计应埋置于槽楔和绕组绝缘外层预计为最热处之间。在这种情况下，一般不以埋置检温计法作为考核温升的依据。

12.7 电机停机后测得温度的修正

12.7.1 如电机各部分的温度在切离线路后测得，则所测得

的温度应加以修正。电机在温升试验终结而切离线路瞬间的温度，可用冷却曲线延长而外推至切离线路瞬间的方法求得。

如在切离线路后电机某些部分的温度继续上升，则应取测得温度中的最高数值，作为相应于切离线路瞬间的温度。

12.7.2 采用外推法时，从切离线路至测得冷却曲线第一点读数的时间，应尽可能短，一般应不超过如下数值：

额定功率为50kW(kVA)及以下 30 s；

额定功率大于50kW至200kW(kVA) 90 s；

额定功率大于200kW至5000kW(kVA) 120 s；

额定功率大于5000kW(kVA) 按专门协议。

如确因电机的转动惯量过大，不能在上述时间内测得第一点读数，则应不超过上述时间的两倍（保温制动法除外），并在该类型电机标准中规定。

12.8 各类定额电机温升试验的持续时间

12.8.1 连续定额（或S_1工作制）电机

试验应进行到电机各部分达到热稳定状态。

12.8.2 短时定额（或S_2工作制）电机

试验的持续时间按该定额的规定，试验应从电机在实际冷状态下开始。

12.8.3 周期性工作制定额（或S_3至S_8工作制）电机

试验应进行到电机各部分达到热稳定状态。温度测定应在最后一个工作周期中最大负载时间的一半终了时进行。

12.9 多种额定值电机温升的测量方法

对多种额定值电机温升的测量，应在能产生最高温升的额定值下进行。如这些额定值不能事先确定，则应在所规定的几种额定值下逐一进行。

13. 噪声

额定功率为1100kW及以下，转速为3750r/min及以下的单台电机（电动机、发电机和变流机等），在空载时的A计权声功率级的噪声限值应符合第13.1款中某一等级的要求，并在该类型电

机的标准中规定。对负载噪声超过空载噪声 3dB或有特殊要求的电机，其噪声限值应在该类型电机的标准中另作规定。

对断续工作制电机，允许较附表15的规定增加 3 dB。

13.1 噪声限值

电机的噪声限值分为N级（普通级），R级（一级），S级（优等级）和E级（低噪声级）等四个等级。R级噪声限值比N级低 5 dB，S级比N级低10dB，E级比N级低15dB。

附表15列出了N级的 A 计权声功率级噪声限值。如无其他规定，电机的噪声应符合N级的要求。

附表 15

类别	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ
转速(r/min)	960及以下		>960～1320		>1320～1900		>1900～2360		>2360～3150		>3150～3750	
功率(kW)(kVA)	声功率级 dB（A）											
1.1及以下	71	76	75	78	78	80	80	82	82	84	85	88
>1.1～2.2	74	79	78	80	81	83	83	86	85	88	89	91
>2.2～5.5	77	82	81	84	85	87	86	90	89	92	93	95
>5.5～11	81	85	85	88	88	91	90	94	93	96	97	99
> 11～22	84	88	88	91	91	95	93	98	96	100	99	102
> 22～37	87	91	91	94	94	97	96	100	99	103	101	104
> 37～55	90	93	94	97	97	99	98	102	101	105	103	106
> 55～110	94	96	97	100	100	103	101	105	103	107	104	108
>110～220	97	99	100	103	103	106	103	108	105	109	106	110
>220～630	99	101	102	105	106	108	106	110	107	111	107	112
>630～1100	101	103	105	108	108	111	108	112	109	112	109	114

注：Ⅰ类：无冷却风扇的开启式电机（IP22，IC00）或无外风扇的封闭式电机（IP44，IC0041）。

Ⅱ类：有冷却风扇的开启式电机（IP22，IC01）或有外风扇的封闭式电机（IP44，IC0141）。

13.2 电机噪声的测定按GB2806-81《电机噪声测定方法》。

14. 振动

轴中心线高度自45mm至630mm，转速自 600r/min 至 3600r/

min 的单台电机，在空载时的振动限值应符合第14.1款中某一等级的要求，并在该类型电机的标准中规定。

14.1 电机的振动限值分为N级（普通级）、R级(一级）和S级（优等级）等3个等级。

附表16列出了N级、R级和S级的振动限值。如无其他规定，电机的振动应符合N级的要求。

附表 16

安装方式	弹性						刚性	
轴中心线高（mm）	45～132		>132～225		>225～400		>400～630	
转速（r/min）	600～1800	>1800～3600	600～1800	>1800～3600	600～1800	>1800～3600	600～1800	>1800～3600
振动等级	振动速度有效值（mm/s）							
N	1.8		2.8		4.5		2.8	
R	0.71	1.12	1.12	1.8	1.8	2.8	1.12	1.8
S	0.45	0.71	0.71	1.12	1.12	1.8	0.71	1.12

14.2 电机振动的测定按GB2807-81《电机振动测定方法》

15. 容差

容差即试验实测值与标准中保证值的容许偏差，用以补偿由于许可范围内的原材料性能的不一致，加工的偏差及测量的误差等不可避免的影响。

16. 电机额定值的容差表

附表17所列项目仅在各类电机的标准中作为保证值时，才需要同时列出容差。如未规定更高的容差要求时，应按附表17的规定。附表17中的容差仅带一个符号时（如仅为“+”号或仅为“-”号），则反方向的容差不受限制。

17. 概述

本章所规定的是各种类型电机的型式试验项目。其中带(*)标记的为检查试验项目。各类型电机如有补充试验项目时，应在各类型电机的标准中规定。

附表 17

项号	名　　称	容　　差
1	效率（η） a．间接法 额定功率在50kW及以下 额定功率在50kW以上 b．直接法	 $-0.15(1-\eta)$ $-0.1(1-\eta)$ $-0.15(1-\eta)$，最少为-0.007
2	总损耗	保证值的+10%
3	异步电动机的功率因数（$\cos\varphi$）	$-(1-\cos\varphi)/6$，最少为-0.02，最多为-0.07
4	直流电机的转速（在额定负载及工作温度时） a．并励及他励直流电动机 b．串励和复励直流电动机	每1000 r/min的千瓦数 小于0.67　±15% 0.67～2.5以下　±10% 2.5～10以下　±7.5% 10及以上　±5% 小于0.67　±20% 0.67～2.5以下　±15% 2.5～10以上　±10% 10及以上　±7.5%
5	交流电机的转速或转差率（在额定负载及工作温度时） a．异步电动机的转差率 1kW（或kVA）及以上 1kW（或kVA）以下 b．有并励特性的交流电动机的转速	 保证值的±20% 保证值的±30% 在最高转速时为同步转速的-3% 在最低转速时为同步转速的$+3\%$
6	并励和复励直流电动机的转速调整率（从空载到额定负载）	保证值的±20%，最少为额定转速的±2%
7	并励和他励直流发电机的电压调整率	保证值的±20%
8	复励发电机的电压调整率（对交流发电机应在额定功率因数下）	保证值的±20%，最少为额定电压的±3%

（续）

项号	名　　称	容　　差
9	在规定条件下，交流发电机的冲击短路电流峰值	保证值的±30%
10	在规定的励磁下，交流发电机的稳态短路电流	保证值的±15%
11	异步和同步电动机的堵转转矩	保证值的－15%
12	异步电动机的最小转矩	保证值的－15%
13	异步和同步电动机的最大转矩	保证值的－10%，但计及容差后应不小于第21条的规定
14	同步电动机的标称牵入转矩	保证值的－15%
15	对直接起动或用规定设备起动的笼型异步电动机和同步电动机的堵转电流	保证值的＋20%
16	转动惯量	保证值的＋10%或－10%（采用“＋”或“－”容差应在各类型电机的标准中规定）

18. 异步电动机的试验项目

＊（1）绕组对机壳及绕组相互间绝缘电阻的测定（检查试验时可测量冷态绝缘电阻，但仍应保证热态绝缘电阻不低于本标准第18.2款的规定）。

＊（2）绕组在实际冷状态下直流电阻的测定。

＊（3）转子电压的测定（仅对绕组转子电动机及交流换向器电动机）。

＊（4）空载试验。

＊（5）堵转试验（仅对笼型电机和交流换向器电动机）。

（6）温升试验。

（7）效率、功率因数及转差率的测定。

（8）短时过转矩试验。

（9）最大转矩的测定。

（10）起动过程中最小转矩的测定（仅对笼型电动机）。

*(11) 超速试验（对笼型铸铝转子电动机，仅在型式试验时进行）。

*(12) 振动的测定。

(13) 噪声的测定，

(14) 转动惯量的测定。

*(15) 短时升高电压试验。

*(16) 耐电压试验。

以上第(12)项可根据需要仅列为型式试验项目。第(8)、(9)、(10)和(14)项可根据需要在该类型电机的标准中另作规定。

注：第(4)项在型式试验时量取空载特性曲线。第(5)项在型式试验时量取堵转特性曲线。

附录6 Y系列电动机生产时常用的测试设备清单

为了确保批量生产中电机的性能符合产品技术条件的要求，必须重视电机所采用的主要原材料的验收以及工艺对产品质量的影响，各个测试项目所需的基本测试设备见附表18～22。

附表18 转子动平衡试验机

序号	名称	型号规格
1	闪光式动平衡机	RYS-30（工作质量范围3～30kg）
2	闪光式动平衡机	RYS-100（工作质量范围5～100kg）
3	相敏式动平衡机	RYX-30013（工作质量范围30～300kg）
4	硬支承动平衡机	YYW-300（工作质量范围10～300kg）

附表19 电机振动和噪声及轴承振动测量仪

序号	名称	型号规格
1	测振仪	DZ-80（测电机噪声和振动）
2	声级计	JS-1（测电机噪声和振动）
3	声级计	ND-2（配测振仪测电机噪声和振动）
4	轴承振动测量仪	SO910

附表20　硅钢片验收用测试仪器

序　号	名　　称	型　号　规　格
1	硅钢片磁性检验装置	CZ 1
2	硅钢片磁性检验装置	CF 8
3	线　性　放　大　器	ZX-1000
4	薄　板　测　厚　仪	AY-1(0-3mm)

附表21　电磁线验收用测试仪器

序　号	名　　称	型　号　规　格
1	软化击穿试验仪	
2	单向刮漆试验仪	HQX-1
3	回弹角试验仪	HTJ-81
4	剥皮扭绞试验器	HBN-1
5	急拉断试验机	HJD-1
6	热态电压测定仪	HRD-1
7	耐　压　台	DCX-1
8	柔软度测定仪	DCX-2
9	拖磨试验仪	TM501

附表22　转子铸铝检验用测试仪器

序　号	名　　称	型　号　规　格
1	辐射高温计	WFF-200(测量铝液温度)
2	铸铝转子检查仪	ZL-1　ZL-2
3	转子断条检测仪	ZL-1313

附录 7　噪声和振动的测定

一、电机噪声测定方法（摘自国家标准GB2806《电机噪声测定方法》）

1. 测定项目

电机噪声的A计权声功率级。

2. 测量仪器及安装要求

2.1 仪器要求

测量仪器应采用精密声级计或精度更高的组合声学仪器；同时还应备有1/1倍频程或1/3倍频程滤波器。仪器必须符合国家计量局有关标准的规定。

2.2 仪器的检定

测量仪器应定期按有关标准的规定进行检定。

2.3 仪器校准

测量仪器在测量前后必须用精度为0.5dB或更高的声级 校准器进行校准。

2.4 电机的安装要求

电机采用弹性安装，其弹性支撑系统的压缩量 δ 应符合公式（1）的要求：

$$15\left(\frac{1000}{n}\right)^2 < \delta \leqslant KZ \qquad (1)$$

式中 δ ——电机安装后弹性系统的实际变形量(mm)；

n ——电机的转速(r/min)；

K ——弹性材料线性系数，对乳胶海棉 $K=0.4$；

Z ——弹性系统被压缩前的自由高度(mm)。

为保证弹性垫受压均匀，被试电机应先置于有足够刚度的过渡板（如硬塑板、层压板）上，然后再置于弹性垫上，电机底脚平面与水平面的倾斜角应不大于5°。

当刚性过渡板会产生附加噪声时，允许将电机直接置于弹性垫上。

测量应在有一反射的硬实地面上进行。在任何情况下，电机的底脚平面高于地平面应不超过80mm；弹性垫的面积应不大于基准箱投影面面积的1.2倍。

3. 电机在测定时的状态：

电机应在空载电动机状态下进行测定，此时频率和电压应保

持额定值。当用静止整流电源供电时，电源应符合有关标准的规定。

对多速电机或调速电机，应在噪声为最大的额定转速下进行测定。

对转向可逆的电机，应在噪声较大的转向下进行测定。

4. 背景噪声的修正

当测点各频带或计权声级的背景噪声低于被试电机在该点测得的噪声值在10dB以上时，测量值不作修正；在4～10 dB时，应按下表修正；在4 dB以下时，则测量无效。

附表 23 dB

电机运转时测得的噪声级与背景噪声级之差	4	5	6	7	8	9	10
修正值K_1	2.2	1.7	1.3	1.0	0.8	0.6	0.4

注：K_1—为在该测量点测量值应减去的值。

5. 半自由场中电机噪声测点的配置

5.1 半球面法的测点配置

本方法适用于轴中心高H225mm及以下的卧式电机，或电机高度的一半为225mm及以下的立式电机，电机长度l为H的3.5倍及以下的电机，测点一般为5点，其中第1至4测点的高度为250mm，测点的配置按图的规定；测量半径r按下列情况决定。

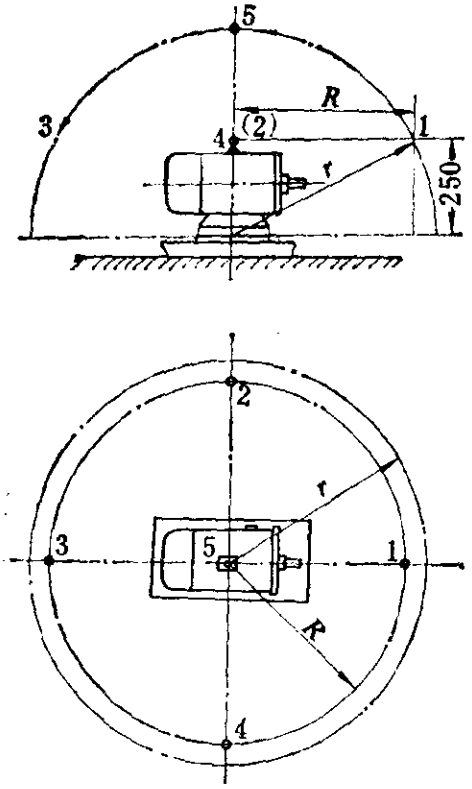
（1）对轴中心高为80mm及以下的卧式电机，或电机高度的一半为80mm及以下的立式电机，测量半径r为0.4m（附图18中R = 0.31m）。第5测点一般可以取消。

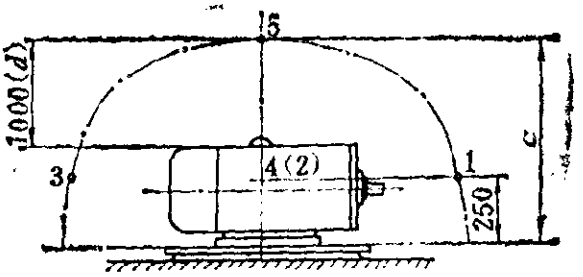
（2）对轴中心高大于80mm，但不超过225mm的卧式电机，或电机高度的一半符合该条件的立式电机，测量半径r为1m（附图18中R = 0.97m）。

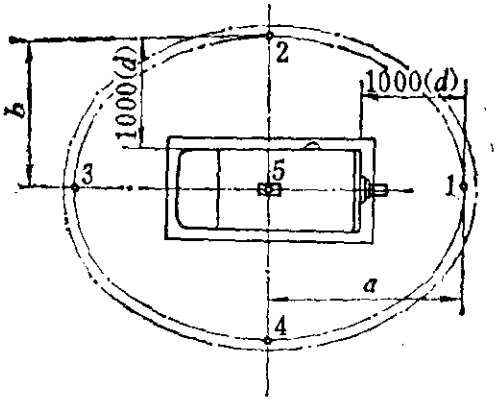
5.2 半椭球面法的测点配置

本方法适用于中心高大于80mm，但不超过225mm的卧式电机，电机长度l大于H的3.5倍的电机，测点一般为5点，其中

第1至4测点的高度为250mm，测点与电机外壳的距离为1m，测点的配置按附图19的规定。



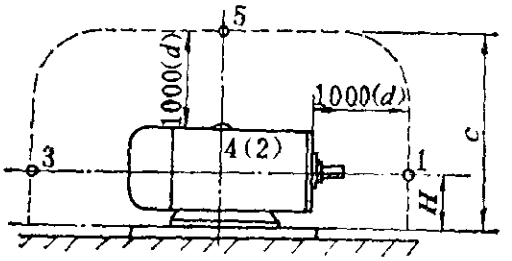


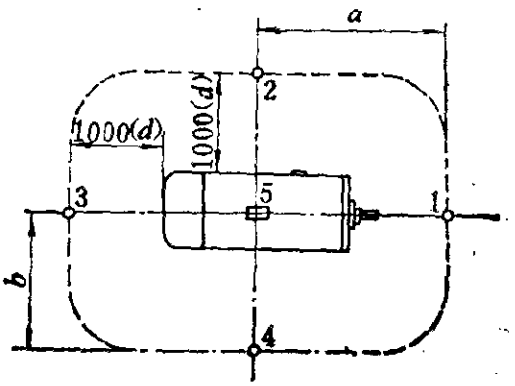


附图 18　　附图 19

5.3　等效方包络面法的测点配置

本方法适用于轴中心高H大于225mm的卧式电机，或电机高度的一半大于225mm的立式电机。测点的配置按附图20的规定，水平面测点高度为轴中心高（但应不低于250mm），与电机外壳的距离为1 m。





附图 20

6. 半自由场中电机噪声的测试结果计算

6.1　平均声压级的计算

电机噪声的A计权平均声压级L_p应按公式(2)计算。但在所有测点中，任何相邻测点的声压级之差小于5 dB时，

平均声压级 L_p 可用算术平均值计算(如有异议，则以公式（2）的计算结果为准)。

$$\bar{L}_p = 10\lg\left[\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} 10^{0.1(L_{pi}-K_{1i})}\right] - K_2 - K_3 \qquad (2)$$

式中 $\bar{L}_p$——A计权平均声压级(dB)；

L_{pi}——第 i 点A计权声压级(dB)；

K_{1i}——第 i 点的背景噪声修正值（按表1)；

N——测点数；

K_2——温度、气压修正值（dB)，按公式（3）计算；

$$K_2 = 10\lg\left[\frac{423}{400}\sqrt{\frac{273}{273+t}}\ \frac{P_a}{1000}\right] \qquad (3)$$

式中 t——温度(℃)；

P_a——气压(μbar)；（1 μbar = 0.1Pa)

当 t = 20℃，P_a = 980μbar时，K_2 = 0，一般情况下可认为等于0。

K_2——环境反射修正值（消声室K_3 = 0)。

6.2 声功率级的计算

电机噪声的 A 计权声功率级应按公式（4）计算：

$$L_W = \bar{L}_p + 10\lg\frac{S}{S_0} \qquad (4)$$

式中 L_W——A 计权声功率级，(dB)(A)；

$\bar{L}_p$——按（2）式计算的 A 计权平均声压级，dB（A)；

S_0——基准平面，为 1 m^2；

S——测量面面积，根据 $e-i$)、$e-ii$)、$e-iii$)款的要求，按（5)、(6）和（7）式计算。

半球面测量面面积为：

$$S = 2\pi r^2 \qquad (5)$$

式中 r——测量半径(m)，按 $e-i$)款规定，r 分别为0.4 m和1 m，所以 $10\lg S/S_0$ 分别为0和8 dB。

半椭球测量面面积为：

$$S = \pi a(b + c) \qquad (6)$$

式中 $a = \frac{1}{2} l_1 + d$ (m)；

$b = \frac{1}{2} l_2 + d$ (m)；

$c = l_3 + d$ (m)。

l_1、l_2、l_3分别为基准箱的长、宽、高；d为测量距离（m）。等效方包络面面积为：

$$S = 4(ab + bc + ca) \cdot \frac{a + b + c}{a + b + c + 2d} \qquad (7)$$

二、电机振动测定方法（摘自国家标准GB2807-81《电机振动测定方法》）

1.测量仪器

1.1 仪器要求

振动速度的测量仪器应符合下列要求：

频率响应范围应为10～1000Hz（或1000 Hz以上）。在此范围内的相应灵敏度以80Hz的相对灵敏度为基准，其他频率的相对灵敏度应在基准灵敏度的+10%至-20%的范围以内。

测量误差应小于±10%。

1.2 仪器的检定

测量仪器应按有关标准规定定期检定。

2. 电机的安装要求

同电机噪声测定时要求一样。

弹性支撑系统的总重量应不超过电机重量的1/10。

3. 电机在测定时的运行状态

同电机噪声测定时的要求一样。

对多速电机或调速电机，应在振动为最大的额定转速下进行测定。

4. 对电机轴伸键的要求

对采用键联结的电机，测量时轴伸上应带半键，但必须采取

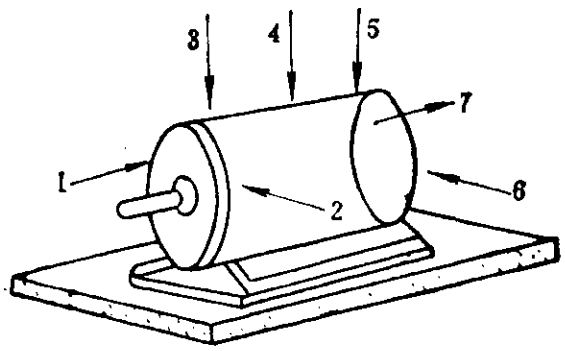
有效的安全措施，并应保证尽可能不破坏原有的平衡。

对于双轴伸的电机，非主传统端应根据实际情况，决定是否带半键进行测定。

5．测点的配置

测点数一般为 7 点，在电机两端按轴向、垂直径向和水平径向各 1 点，机壳中央顶部 1 点配置（见附图21）。

对有外风扇的电机，可取消风扇端的轴向测点，而对斜槽转子的电机，应在非风扇端的轴向测点上同时测量正、反两个旋转方向的轴向振动（单向旋转的电机除外）。



附图 21

6．测量的要求

测量时，测量仪器的传感器与测点的接触必须良好，并应保证具有可靠的联结。

传感器及其安装附件的总重量应小于电机重量的 1 /50。

电机的振动值系以各测点所测得的最大数值为准。

参 考 文 献

〔1〕 机械工程手册、电机工程手册编委会编，《机械工程手册》第6卷第37篇、第11卷、第12卷、第14卷，机械工业出版社，1982年。

〔2〕 机械工程手册、电机工程手册编委会编，《电机工程手册》第4卷第20篇，机械工业出版社，1982年。

〔3〕 西北电力设计院、东北电力设计院编，《电力工程设计手册》，上海科学技术出版社，1983年。

〔4〕 顾永辉等编著，《煤矿电工手册》第四分册，煤炭工业出版社，1981年。

〔5〕 中岛哲一郎等著，《誘導機》，1967年。

〔6〕 孙春煊等编译，《中小型电动机节能专辑》，机械工业出版社，1985年。

〔7〕 浙江省科协咨询部编，《机电节电技术》，“异步电动机的选用”，1983年。

〔8〕 彭友元编著，《中小型三相异步电动机的选择、运行及保护计算》，上海市普陀区科学技术协会印，1982年。

〔9〕 潘品英编著，《电动机绕组修理》，上海科学技术出版社，1984年。

〔10〕 赵家礼编著，《交流电动机节能挖潜修理》，机械工业出版社，1983年。

〔11〕 Л. Г. РУБО, Пересчет и Ремонт асинхронних звигателя Мощностью до 100 КВТ, 1961年。

〔12〕 Charles C. Libby, Motor selection and Application, New York, 1960年。

〔13〕 中小型电机编辑部，“异步电动机的合理选择”，《中小型电机》，1982年第五期～1983年第六期连载。

〔14〕 安徽机电学院《电动机维修问答》编写组编，《电动机维修问答》，安徽科学技术出版社，1981年。